R. HALSTED WARD.

2911.

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF ILLINOIS
578
H12m Fp
NOV 15 1947

Hans Hermann Julius Hager

LE MICROSCOPE

THÉORIE — APPLICATIONS

TRAITÉ PRATIQUE

A L'USAGE DES ÉLÈVES DES ÉCOLES DU GOUVERNEMENT — DES CHIMISTES
DES PHARMACIENS — DES AGRICULTEURS — DU COMMERCE ET DE L'INDUSTRIE
DES LABORATOIRES — DES ÉCOLES D'ARTS ET MÉTIERS
DES ÉTABLISSEMENTS INDUSTRIELS ET DES GENS DU MONDE

TRADUCTION ET ANNOTATIONS SUR LA 4e ÉDITION DU Dr HAGER

PAR

L. PLANCHON ET LE **Dr L. HUGOUNENQ**

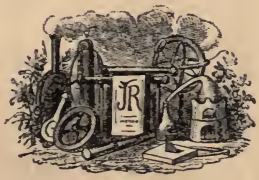
Aide-botaniste — Préparateur de Chimie
à la Faculté de Médecine de Montpellier

INTRODUCTION

PAR **J. E. PLANCHON**

Correspondant de l'Institut

Ouvrage orné de 350 Vignettes



PARIS

J. ROTHSCHILD, ÉDITEUR

13, RUE DES SAINTS-PÈRES, 13

1884

Strasbourg, typ. G Fischbach. — 2984.

LE MICROSCOPE

THÉORIE — APPLICATIONS

578
H12mFp

PRÉFACE

Ce petit livre s'annonce franchement pour ce qu'il est : une œuvre de vulgarisation scientifique en même temps que d'intérêt pratique pour le public d'amateurs auquel il s'adresse. Sans prétentions à l'originalité, mais puisant à des sources autorisées, il présente, condensées en peu de pages, les notions de micrographie éparses en des mémoires spéciaux ou réunies dans des traités étendus et d'un prix peu accessible aux petites bourses.

Il serait superflu d'insister sur l'importance croissante de l'étude des infiniment petits dans toutes les branches des sciences naturelles. C'est par là peut-être que notre temps a fait le plus de conquêtes dans le champ de l'inconnu, et rendu le plus de

Ward & Ward 1884

services à la médecine, à l'agriculture, à l'industrie. Fermentations, maladies infectieuses ou parasitaires, épidémies cryptogamiques, vie profonde de l'organisme, tout rentre dans ce domaine dont l'horizon s'élargit toujours davantage et qui comprend les ressorts cachés de tous les phénomènes dont l'œil, réduit à lui-même, n'a pu voir longtemps que le jeu extérieur.

Dans un cadre plus modeste, en montrant les vrais caractères des substances pures dont l'économie domestique, la médecine, les arts industriels font usage, le microscope en dévoile les altérations frauduleuses. Fécules, lait, beurre, matières textiles, autant de produits sur lesquels la fraude s'exerce en grand et peut être démasquée par quelques notions bien élémentaires d'investigation micrographique.

Il aurait semblé plus simple peut-être de faire un pareil opuscule directement en français au lieu d'en emprunter le texte à l'Allemagne. Malheureusement, si faciles que

paraissent de telles œuvres, les savants s'y dérobent, entraînés qu'ils sont vers les études originales ou vers les traités complets : quant aux débutants dans la science, ils se réfugient volontiers dans le rôle effacé de traducteurs ; mais ils se consolent de ce sacrifice d'amour-propre par la pensée d'avoir contribué à servir ce besoin d'information scientifique qui est un caractère de l'esprit moderne.

Tel qu'il est donc, résumé succinct de notions justes, introduction à des études plus complètes, avant-goût des jouissances que le microscope réserve à ceux qui sauront y trouver soit une distraction, soit une occupation sérieuse, ce manuel aura la valeur d'une œuvre d'initiation et d'application usuelle. Sa prétention s'arrête au vestibule de la science : trop heureux s'il réussit à y attirer à la fois le public qui regarde le sanctuaire du dehors et les rares privilégiés qui sauront y pénétrer.

J. E. Planchon.

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE

THÉORIE — DESCRIPTION — TECHNIQUE

Pages

THÉORIE DU MICROSCOPE 3

DESCRIPTION DU MICROSCOPE 10

Microscope simple, 10. — Microscope composé, 11. — Objectif, 22. — Oculaire, 24. — Microscope compresseur, 50. — Microscope polariseur, 52.

TECHNIQUE DU MICROSCOPE 59

Achat et essai, 69. — Comment on se sert du microscope, 64. — Accessoires du microscope, 75. — Conservation des préparations, 82.

DEUXIÈME PARTIE

APPLICATIONS DU MICROSCOPE

APPLICATIONS 95

Objets microscopiques, 95. — Cellule, 95. — Farine, 99. — Fécules, 100. — Productions diverses constituant les Impuretés de la farine des Céréales, 113. — Ergot, 113. — Charbon, 119. — Carie, 120. — Arrow-root, 122. — Rouille des Céréales, 126. — Sarcopte de la farine, Vibrion du Froment, 128. — Champignon de la Pomme de terre, 129. — Champignon de la Vigne, 131. — Tissus, poils, 133. — Épices, 155. — Poivre, 157. — Piment, 161.

Girofle, 164. — Cannelle, 167. — Gingembre, 173. — Noix muscade, 174. — Curcuma, 176. — Bois de Santal rouge, 178. — Moutarde en poudre et Moutarde préparée, 179. — Cacao, Chocolat, 183. — Café, 189. — Sang, 197. — Mucus, pus, 209. — Cellules de la lymphe, 210. — Ferments, 211. — Sarcines, 212. — Muguet, Champignons de la laugue. Vibrions, oscillaires, 214. — Diatomées, 218. — Lait, 220. — Beurre, 224. — Urine, 225. — Spermatozoïdes, Cellules à cils vibratiles. Cercomonades, 229. — Parasites du corps des Animaux, 234. — Trichine, 237. — Corpuscules de Miescher ou de Rainey, 243. — Kystes hydatiques, Cysticerques, tænia, 246. — Rotifères, 252. — Phylloxera, 253.

PREMIÈRE PARTIE

THÉORIE, DESCRIPTION, TECHNIQUE

DU

MICROSCOPE

LE MICROSCOPE

PREMIÈRE PARTIE

THÉORIE — DESCRIPTION — TECHNIQUE

THÉORIE DU MICROSCOPE.

L'instrument dont nous allons ici décrire le mécanisme et expliquer le maniement est connu des physiciens sous le nom de *microscope composé dioptrique*. Dans le langage usuel on l'appelle simplement *microscope*.

Le microscope est un verre grossissant, un instrument d'optique qui permet de voir et de distinguer des objets que leur petitesse rend invisibles ou fait paraître obscurs. Pour comprendre la disposition et le jeu de cet instrument, pour bien saisir ses rapports avec l'œil, comme aussi pour expliquer certains termes techniques qui reviendront souvent dans cette étude sur le microscope, il faut

emprunter à l'optique quelques notions préliminaires.

Les lentilles sont divisées en *positives ou convergentes*, et *négatives ou divergentes*. Les premières comprennent la lentille *biconvexe*, la lentille *plan-*

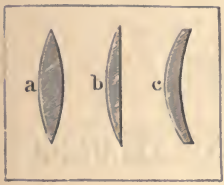


Fig. 1 à 3.
Lentilles convergentes.

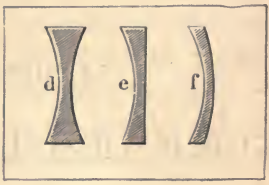


Fig. 4 à 6.
Lentilles divergentes.

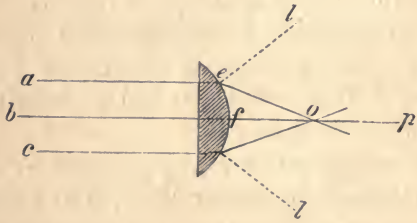


Fig. 7.

convexe et le *ménisque convergent*; le *ménisque divergent* au contraire, ainsi que les lentilles *biconcave* et *plan-concave*, sont des lentilles divergentes.

Nous désignerons sous le simple nom de *lentilles* les lentilles biconvexes et plan-convexes, c'est-à-dire les lentilles convergentes.

Les rayons émis par un point très éloigné frappent parallèlement à l'axe optique *bp* (fig. 7) une lentille plan-convexe et la traversent jusqu'à la surface convexe, sans se briser dans ce trajet ; mais alors, à leur point d'émergence *e*, ils sont déviés, écartés de la normale menée au point d'incidence, et se diri-

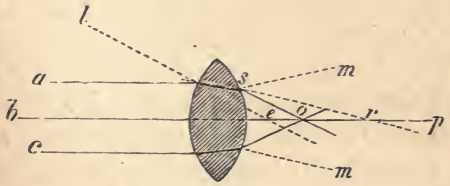


Fig. 8.

gent vers l'axe *bp*, qu'ils vont couper en *o*. Ce point *o* est le *foyer* de la lentille, et la distance de ce point à la lentille, soit *of*, se nomme *distance focale* de la lentille. Jusqu'ici cette distance était mesurée par les opticiens en pouces de Paris ; on la mesure aujourd'hui en centimètres, millimètres, etc.

Dans une lentille biconvexe, comme celle d'une simple loupe, on constate une double déviation des rayons. Les rayons tombant parallèlement à l'axe optique *bp* (fig. 8) sur la lentille, seront, en y entrant, di-

rigés vers la normale *le*, et ils couperaient l'axe optique en *r*, s'ils ne subissaient aucune déviation ultérieure; mais en *s* ils atteignent la deuxième surface de la lentille, y sont brisés de nouveau, s'écartent cette fois de la normale et coupent l'axe optique au point *o*, qui est le foyer de la lentille. La distance du point *o* à la lentille est donc la distance focale.

L'œil est en quelque sorte une lentille biconvexe. Grâce à la convexité de la cornée, de la lentille du

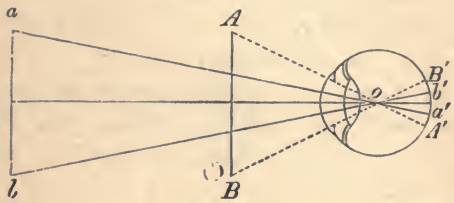


Fig. 9.

cristallin, grâce à la réfrangibilité des humeurs de l'œil, les rayons lumineux parallèles provenant d'un objet éloigné se réunissent en un foyer et forment sur le fond sombre de la rétine une image de l'objet.

Nous jugeons des dimensions apparentes d'un objet d'après la grandeur de l'*angle visuel*; de celui-ci dépend aussi la grandeur de l'image reçue par la rétine. Ainsi une aiguille à coudre, tenue tout près de l'œil, peut paraître aussi grande et aussi épaisse

qu'une perche placée à une certaine distance. Soit, par exemple, un objet sur la ligne *ab* (fig. 9), *aob* étant l'angle visuel, l'image rétinienne s'étendra de *a'* à *b'*. Porte-t-on cet objet sur la ligne AB, c'est-à-dire plus près de l'œil, l'image A'B' et l'angle visuel A*o*B seront plus grands, et cela d'autant plus que l'objet lui-même sera plus rapproché.

La vision distincte d'un objet a des limites. On ne peut apercevoir distinctement un objet que lorsque les rayons lumineux qui en émanent subissent, à travers les milieux de l'œil, une réfraction telle que leurs foyers se trouvent sur la rétine. Si l'œil agissait comme une lentille de convexité constante, il ne devrait se former sur la rétine une image claire que pour une certaine distance de l'organe, la distance focale. Mais, nous le savons, l'œil peut s'accommoder à la vision de sources lumineuses situées à différentes distances; il peut modifier son pouvoir réfringent et réunir sur un seul et même foyer, la rétine, des rayons peu divergents, émis par des objets éloignés, ou des rayons très divergents au contraire, provenant de sources lumineuses situées très près. Cette propriété spéciale de l'œil porte le nom de *puissance d'accommodation*. Ce pouvoir de l'organe n'est cependant pas illimité; il varie d'un sujet à l'autre. On voit en effet des yeux normaux capables de s'accommoder aux distances

longues ou courtes; les yeux à courte vue réfractent trop les rayons lumineux, et par conséquent concentrent les rayons très peu divergents en un foyer situé en avant de la rétine. L'œil hypermétrope n'a pas un pouvoir convergent suffisant; aussi les corps les plus rapprochés eux-mêmes vont-ils former leur image au delà de la rétine. Une image confuse résulte de ces deux imperfections de l'œil. On évalue diversement la distance de vision de l'œil normal : les uns portent la *distance de vision distincte* à 20 centimètres; d'autres vont jusqu'à 25, d'autres enfin la portent à 15 seulement.

Un petit objet se trouve-t-il dans les limites de la vision distincte de l'œil, on voit se produire sur la rétine une image claire. Approchons cet objet très près de l'œil, si les rayons qu'il émet divergent beaucoup, le foyer sera placé derrière la rétine. La puissance d'accommodation de l'œil ne peut pas, dans ce cas, remettre l'image à une place favorable à l'observation; cette puissance a donc ses limites.

On obvie à cet inconvénient par des moyens artificiels: et l'on arrive à toute la netteté désirable en interposant entre l'œil et l'objet une lentille capable de faire diverger les rayons visuels. L'image rétinienne est alors plus petite, il est vrai, mais plus nette, plus tranchée, plus claire.

Soit la flèche AB (fig. 10) ou un objet quelconque

placé sur cette flèche devant la lentille L. Les rayons réfractés à leur sortie de la lentille semblent en quelque sorte émaner de la flèche $a'b'$, située beaucoup plus loin. Si cette flèche est placée à une distance correspondant à la vision distincte, les rayons viendront se couper sur la rétine et y former une

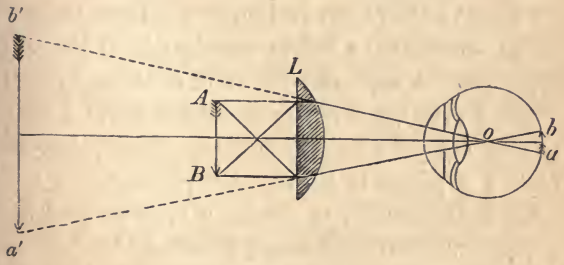


Fig. 10.

image claire. L'objet AB paraît être placé à une plus grande distance, l'angle visuel est devenu plus grand; l'objet paraît donc grossi.

Ces lentilles convergentes portent le nom de *loupes*, lorsque leur pouvoir grossissant ne dépasse pas 10 à 20. Si le grossissement est plus fort, et si on suppose la lentille fixée à un support, on a le microscope simple.

DESCRIPTION DU MICROSCOPE.

Microscope simple. — Le *microscope simple* est encore aujourd'hui un instrument indispensable au naturaliste qui a besoin de préparations microscopiques. Le support peut avoir diverses formes, mais le principe demeure le même. Sur un bras mobile autour d'un support est fixé un anneau destiné à porter la lentille. On pourrait, au lieu d'une seule lentille, se servir du système le moins grossissant d'un microscope composé. Le support est solidement fixé sur un large pied de bois; au-dessous de la lentille est disposée une platine qu'on peut relever ou abaisser à volonté à l'aide d'une crémaillère. La platine est percée d'un trou destiné à laisser passer les rayons lumineux que réfléchit un miroir placé au-dessous. Certaines loupes sont munies de deux planchettes, situées de part et d'autre du support, et sur lesquelles le micrographe appuie les mains pour exécuter ses préparations.

Le microscope simple ne peut guère être employé dès qu'on atteint des grossissements supérieurs à 40. Du reste, il fatigue beaucoup l'œil, à cause de l'exiguité du champ, de la faible distance qui sépare la

lentille de la préparation et du défaut de netteté des images; aussi est-il à peu près complètement hors d'usage: les microscopes composés ayant subi de grands perfectionnements, le microscope simple est réduit au rôle d'instrument de préparation.

Dans les *microscopes catoptriques* ou *à miroir*, le grossissement est obtenu à l'aide d'un miroir concave. Ces microscopes sont d'un prix beaucoup plus élevé que les *microscopes dioptriques*, dans lesquels le grossissement est obtenu à l'aide d'une lentille de verre.

Microscope composé. — En superposant à la lentille du microscope simple un tube noirci à l'intérieur, on obtient dans ce tube l'image grossie et renversée d'un objet placé au foyer de la lentille. Si l'on place au-dessus de ce tube une lentille convergente (*oculaire*) à travers laquelle on aperçoive cette image virtuelle grossie une seconde fois, on réalise la construction du *microscope composé*. Dans le microscope simple ou la loupe on aperçoit donc l'objet lui-même; dans le microscope composé dioptrique, c'est l'image de l'objet, grossie et renversée, qui s'offre à l'examen.

Soit *ab* (fig. 11) le diamètre de l'objet situé en deçà de la distance focale, mais rapproché pourtant du foyer de la lentille *l*. Tous les rayons qui vont de *a*

en A, de *b* en B, et en un mot tous les rayons émanant de l'objet *ab*, seront réfractés et se couperont suivant AB, donnant ainsi de l'objet une image virtuelle grossie et renversée, que la lentille nous montre à la distance moyenne de vision distincte *w*. Les rayons qui traversent la lentille L acquièrent le degré de divergence qu'auraient les rayons de l'objet placé en *a''b''*. Comme il ressort de la figure 11, la section de l'image qui se trouve entre *a'* et *b'* peut seule être aperçue; car les rayons de *b* à B et de *a* à A dépassent les bords de la lentille L.

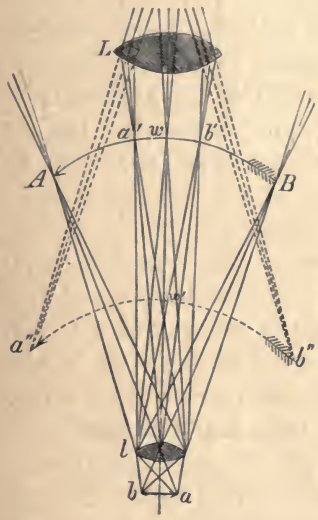


Fig. 11.

La figure 12 représente la section longitudinale d'un microscope composé[1]; *ob* est l'*objectif*; ici c'est un système de lentilles adapté au bord inférieur

[1] Cette figure est en partie schématique.

du tube noirci intérieurement; *o* est l'*oculaire*; c'est un cylindre court enchâssé dans le tube *r*. La lentille convergente *c*, liée à l'oculaire, doit être provisoirement négligée. La petite flèche représente l'*objet* soumis à l'examen. Elle est placée sur une lame de verre, le *porte-objet*; une autre lame de verre très mince la recouvre supérieurement, c'est le *couvre-objet*[1]. Le porte-objet repose sur une plaque ou table *t*, nommée *platine;* cette plaque est percée d'un trou dans l'axe de l'objectif. La préparation est placée sur la platine, juste au-dessus du trou; *s* est un miroir concave, auquel on donne une position telle que le foyer coïncide avec l'objet ou, en d'autres termes, que les rayons lumineux réfléchis par le miroir se coupent

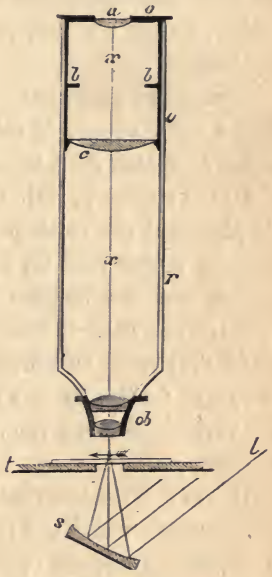


Fig. 12. — Coupe verticale d'un Microscope composé.

[1] Le *couvre-objet* n'est pas représenté sur la figure 12.

sur l'objet lui-même. De cette façon la préparation est éclairée, lorsqu'elle est transparente ou tout au moins diaphane. Les objets opaques sont éclairés par le haut, grâce à des dispositions particulières. (Des lentilles, par exemple, ou un miroir de Lieberkühn.)

Ces parties essentielles du microscope sont adaptées à un support : le tube *r* est retenu dans une gaîne de métal, dans laquelle il glisse à frottement. On peut ainsi rapprocher à volonté l'objectif *ob* de la platine et par suite de la préparation on dispose alors le miroir sous un angle convenable pour qu'il envoie sur les lentilles une vive lumière. Nous montrerons dans la suite comment, en regardant dans l'intérieur du microscope, on dirige le miroir vers une fenêtre ou vers une lampe, jusqu'à ce que les rayons lumineux viennent frapper l'œil de l'observateur.

Il faut que l'objectif et la préparation puissent être rapprochés ou éloignés l'un de l'autre, suivant que l'exigent les rapports optiques entre l'œil et les lentilles. Chaque microscope composé dispose pour cela d'un mécanisme spécial (*mécanisme de la mise au point*). On distingue la mise au point grossière et la mise au point précise. La première consiste dans le déplacement du corps de l'instrument dans la gaîne. Pour opérer la mise au point grossière, il faut donc

abaisser lentement le tube *r* dans l'intérieur de la gaîne, jusqu'à ce que l'œil aperçoive une image trouble de la préparation disposée sur la platine et éclairée par le miroir. Vient alors la mise au point précise: la platine s'éloigne ou se rapproche de l'objectif par gradation très lente; quelquefois c'est l'objectif qu'on rapproche de la préparation[1]. L'opération doit durer jusqu'à ce que l'œil perçoive une image nette et distincte de l'objet soumis à l'examen.

L'appareil destiné à transmettre ces mouvements est une *vis micrométrique* qui relève ou abaisse la platine, en la maintenant horizontale. La platine peut être mobile comme un clapet, à l'aide d'une charnière qui la fixe au pied de l'instrument. Elle porte à la partie inférieure une saillie contre laquelle vient butter une vis, dont elle suit les mouvements.

La platine est constituée quelquefois par deux plaques superposées, rivées à un de leurs bords et portant, sur le bord libre opposé au premier, une vis qui permet d'élever ou d'abaisser à volonté la plaque supérieure. Cette disposition, qui théorique-

[1] L'expérience a montré qu'il valait mieux faire mouvoir le corps du miscroscope que la platine. Ce procédé est plus précis et moins sujet a dérangement. De plus, si l'on fait mouvoir l'objet, la mobilité de la platine est gênante. Aussi les bons microscopes sont-ils à platine fixe.

ment constitue un obstacle au but qu'on se propose, n'en offre pas moins dans la pratique de sérieux avantages.

Dans les plus grands microscopes, la mise au point grossière s'effectue ordinairement à l'aide d'un engrenage qui élève ou abaisse simultanément le tube et la gaîne; la mise au point précise se fait par un des procédés indiqués ci-dessus, ou bien encore par un système spécial, mu par un ressort et une vis micrométrique. Un bon microscope doit toujours être pourvu d'appareils de mise au point exacte. Quand on a affaire à des instruments de peu de prix, il ne faut compter que sur une mise au point approximative.

Comme on l'a dit plus haut, le microscope composé n'est autre chose qu'un microscope simple dans lequel on ajoute un tube avec un oculaire à l'objectif ou au système de lentilles qui le compose (objectif de deux ou trois lentilles combinées). L'appareil ainsi construit présente des imperfections qu'il s'agit de corriger. Les deux principales sont l'*aberration de sphéricité* et l'*aberration de réfrangibilité*.

Par *angle d'ouverture* d'une lentille on entend l'angle formé par les lignes qui joignent le foyer aux extrémités de la coupe verticale d'une lentille; *xrv* (fig. 13) est l'angle d'ouverture.

Cet angle est-il très petit, les rayons, soit du bord, soit du centre, se réunissent en un seul point; augmente-t-il, les rayons lumineux passant par le centre ou dans le voisinage du centre *ced*, se réunissent au foyer R, tandis que les rayons du bord subissent une réfraction plus sensible et forment déjà leur foyer au point *r*. Par suite de cette déviation des rayons marginaux, nous n'avons d'un corps

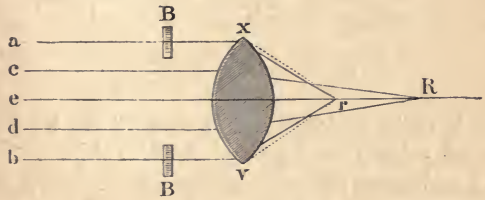


Fig. 13. — Aberration de Sphéricité.

en R qu'une image vague et trouble, à contours mal définis, visible seulement à travers les rayons du bord. Si l'on supprime ces derniers par un diaphragme B, un anneau de métal par exemple, l'image devient claire en R. Un semblable diaphragme, destiné à intercepter ces rayons marginaux, nous le retrouvons dans le microscope même, près de l'oculaire, comme l'indique la figure 12, en *bb*. Quelquefois même on en trouve un second dans le tube.

Un faisceau de lumière blanche, dans son trajet à travers une lentille convergente, n'est pas uniformément réfracté, mais il est décomposé en rayons colorés, dont le degré de réfrangibilité varie de l'un à l'autre. Le rayon violet *i* (fig. 14) est plus dévié

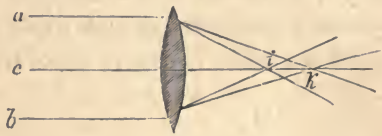


Fig. 14. — Aberration de Réfrangibilité.

que le rouge *k*. Entre *i* et *k* se trouvent les autres rayons colorés du spectre. Aussi l'objet paraît-il non seulement confus et trouble, mais encore bordé d'une couronne multicolore. Pour obvier à cet inconvénient, on fait usage de *lentilles achromatiques*, c'est-à-dire destinées à recomposer les différentes couleurs du spectre en un faisceau de lumière blanche. On combine à cet effet des lentilles de diverses substances (*crown*, *flintglass*).

Fig. 15.
Lentille double.

La figure ci-dessus représente une lentille convergente *s*, reliée à une lentille divergente *z* : *s* est en crown, *z* en flint. Elles sont cimentées par du baume du Canada. Cette réunion étroite de deux

lentilles porte le nom de *lentille double*. Non seulement ce système peut être rendu à peu près achromatique, mais il permet encore, lorsqu'une lentille est convergente, l'autre divergente, d'affaiblir l'aberration de sphéricité. Dans les objectifs des bons microscopes les lentilles sont toujours combinées de telle sorte que l'aberration de l'une corrige l'aberration contraire de l'autre. Un achromatisme absolu des lentilles est d'ailleurs inutile.

Si l'on cherche à réunir les rayons rouges et violets, le foyer ainsi obtenu ne sera pas celui des autres rayons colorés intermédiaires; aussi dans les lentilles doubles achromatiques obtient-on des images avec des traces de couleurs intermédiaires sur les bords; elles ont une nuance jaune verdâtre. Comme cette couleur est moins agréable à l'œil que le bleu clair, on donne, dans l'objectif, à la lentille en flint un certain excédant de poids. Le bord de l'image est alors entouré d'une même bande bleu clair. Cette double lentille se nomme *lentille perfectionnée*, et on donne à celles qui fournissent des images rouges le nom de *lentilles grossières*.

Une lentille double dans laquelle l'aberration de sphéricité et celle de réfrangibilité sont supprimées autant que possible porte le nom de *lentille aplanatique*.

Il y a deux méthodes pour combiner entre elles

les lentilles de l'objectif. D'après l'ancienne méthode, chaque doublet est numéroté isolément (1, 2, 3, 4, etc.); ils sont vissés les uns aux autres, de sorte que 1 et 2, ou bien 1, 2 et 3, ou encore 2, 3 et 4, forment des *systèmes de lentilles*. Aujourd'hui les opticiens construisent des systèmes de lentilles dans lesquels la lentille inférieure a la plus petite ouverture; les autres sont superposées d'après les dimensions croissantes de leur diamètre. C'est grâce à cette disposition des objectifs et par l'emploi de lentilles aplanatiques que nos microscopes actuels atteignent ce pouvoir *pénétrant* et *résolvant* qui rend visibles, à l'aide des plus forts grossissements, les détails les plus délicats (stries longitudinales et transversales des écailles de papillons).

Les lentilles achromatiques et les diaphragmes (voir pages 17 et 18) ont déjà considérablement perfectionné les microscopes composés. Le champ visuel cependant (surface visible sous l'oculaire) est encore trop petit et trop obscur; de plus, la surface de l'objet paraît convexe. Pour obvier à cet inconvénient, une deuxième lentille (*lentille collective* ou *verre de champ*) est ajoutée à l'oculaire et à une distance telle de celui-ci que l'image des objets vient se peindre entre le verre de champ et l'oculaire lui-même. L'utilité du verre de champ est d'abord de réfracter vers l'axe les rayons divergents provenant

e l'objet. L'image qui sans cela serait formée en $c'a'b'$ et serait trop grande pour être aperçue à travers l'oculaire o, apparaît maintenant en $c''a''b''$. L'objet est ainsi placé dans le champ visuel; il est vu tout entier et non en partie, comme il le serait en l'absence du verre de champ. De plus, ce dernier augmente la clarté de l'image, car les rayons de l'espace $c'a'b'$ se concentrent sur l'espace plus restreint $c''a''b''$. Enfin le verre de champ fournit un champ visuel dans lequel l'image $c''a''b''$ présente une convexité opposée à celle de $c'a'b'$. On peut aussi placer cette lentille de façon à en combiner les courbures avec celles de l'oculaire. Ces grands avantages optiques et quelques autres encore font du verre de champ une lentille indispensable à tous les microscopes, même aux plus mauvais[1].

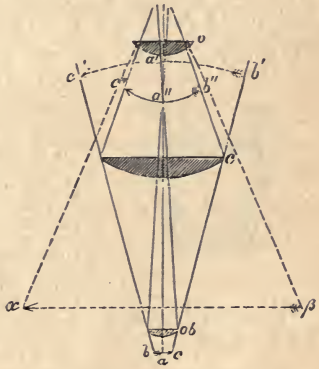


Fig. 16. — Verre de Champ.

[1] Le verre de champ concourt encore à l'achromatisme de l'image en supprimant les franges irisées qui la bordent.

L'Objectif consiste en une ou plusieurs lentilles, simples ou doubles. Le grossissement est en raison inverse de la distance focale. Néanmoins il est très difficile de placer ici une lentille double à foyer très court; on atteint pourtant le même but à l'aide d'un système à foyer plus long. D'un autre côté, cette disposition augmentant la netteté de l'image et diminuant l'aberration chromatique et l'aberration de sphéricité, on en est venu aujourd'hui à ne construire les microscopes qu'avec un système de deux ou trois lentilles aplanatiques. Dans un pareil objectif, ordinairement fixé sur un petit tube de laiton, la lentille la plus petite et la plus épaisse est en bas, la plus large en haut; les faces planes du système sont tournées vers l'objet.

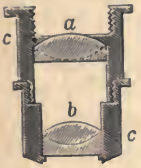


Fig. 17. — Coupe verticale du Système de Lentilles d'un Objectif.

Si l'on donne aujourd'hui la préférence aux objectifs dont les lentilles sont intimement réunies en systèmes, on se servait auparavant d'objectifs dont les lentilles isolées chacune dans sa propre monture pouvaient se visser l'une à l'autre; on composait ainsi son système soi-même.

Ces lentilles simples sont, comme nous l'avons dit plus haut, indiquées par les chiffres 1, 2, 3, etc., et,

d'après une table, on reliait, pour les grossissements divers, les lentilles 1 et 2, 1, 2 et 3, etc.

On trouve fréquemment les deux dispositions (système de lentilles et lentilles simples) réunies dans un même microscope.

Dans quelques instruments anciens, il n'y a qu'un seul système pour l'objectif, et les grossissements divers sont obtenus par l'addition d'un ou plusieurs oculaires. Cette disposition est moins avantageuse.

Il ne faut pas oublier que la clarté du champ est en raison inverse du grossissement; car l'objectif laisse passer d'autant plus de lumière que sa surface est plus grande. Les objectifs à fort grossissement, qui n'ont d'ordinaire qu'un petit diamètre, ne peuvent donc recevoir que peu de lumière; cette faible quantité, qui suffit pour éclairer une petite image, doit éclairer plus loin une image beaucoup plus grande. C'est donc un avantage pour le microscope d'avoir à l'objectif une ouverture aussi grande que possible.

Un point très important dans la construction des microscopes, c'est de *centrer* exactement les lentilles simples, comme aussi les lentilles associées; l'axe optique doit passer juste au milieu des deux surfaces d'une lentille, et les axes de toutes les lentilles d'un microscope doivent se trouver sur une

seule ligne droite (fig. 12, *xx*). Si les lentilles d'un microscope ne sont pas centrées avec toute l'exactitude possible, l'image sera non seulement obscure, mais encore plus ou moins défigurée. Cette opération est un des travaux les plus difficiles qu'ait à exécuter un opticien; aussi les microscopes de peu de valeur, dits *à la grosse*, laissent-ils beaucoup à désirer sous ce rapport. On constate qu'un microscope est bien centré en faisant tourner le tube autour de son axe. Le but est-il atteint, l'image reste au milieu du champ; si non, elle décrit un cercle excentrique qui, à de forts grossissements, sort même du champ de vision. Un centrage parfait dépend beaucoup du hasard, et l'on doit se contenter d'une approximation suffisante.

Fig. 18. — Coupe d'un Oculaire négatif ou Oculaire de Huyghens.

Oculaire. — En traversant l'*oculaire*, les rayons lumineux de l'image formée par l'objectif éprouvent une déviation telle que l'observateur les reçoit tous à travers sa pupille. La figure 18 (et 12, *o*) représente l'oculaire le plus employé, celui qui porte le nom d'*oculaire négatif*, de *Huyghens* ou de *Campani*. Il consiste en un tube métallique noirci

intérieurement. En haut est vissée dans la monture la lentille oculaire, en bas le verre de champ. On donne ordinairement le nom d'*oculaire* à ces deux lentilles associées. Le verre de champ, comme nous l'avons expliqué plus haut, fait converger les rayons en avant de la distance focale de l'oculaire; celui-ci joue le rôle d'une loupe. La surface plane de l'oculaire est tournée vers l'œil, comme aussi celle du verre de champ. C'est par là que l'oculaire de Huyghens diffère de celui de *Ramsden* ou oculaire positif, dans lequel les surfaces convexes des deux lentilles sont tournées l'une vers l'autre et plus rapprochées. L'image ici n'apparaît pas entre l'oculaire et le verre de champ, mais au-dessous de ce dernier (voir fig. 16). L'oculaire de Ramsden nécessite un champ de vision plus étendu. On s'en sert principalement pour l'usage du micromètre oculaire.

Deux ou plusieurs oculaires négatifs, à grossissements différents, sont joints aux meilleurs microscopes. Le tube de l'oculaire est d'autant plus long que le grossissement est plus faible. Les oculaires d'un microscope sont désignés par une lettre ou par des chiffres romains.

Il faut mentionner encore l'*oculaire orthoscopique de Kellner*, dans lequel le verre de champ se compose de deux lentilles accolées, et dont l'oculaire

donne un plus fort grossissement (huit à douze fois). Cet oculaire a pour effet de donner l'image de l'objet dans sa position naturelle; car, avec l'oculaire négatif, l'image est toujours renversée, et pour observer la préparation, il faut la diriger en sens inverse. L'oculaire orthoscopique ne paraît pas répondre à un besoin optique essentiel; on prétend pourtant que l'image qu'il donne est très plane, et que par conséquent le grossissement en est très uniforme. On est du reste complètement revenu de la réunion d'un oculaire fort et d'un objectif faible. Les plus forts oculaires agrandissent, il est vrai, l'image, mais c'est au détriment de la clarté et du relief. Les oculaires très forts ne sont souvent pour les microscopes qu'un accessoire sans valeur.

On a aussi des oculaires coudés; ils sont très commodes pour l'observateur, qui peut ainsi regarder horizontalement dans le microscope.

Comme on a pu le remarquer, on indique les objectifs par des chiffres arabes, et les oculaires, soit par des lettres, soit par des chiffres romains. On obtient donc les divers grossissements en combinant l'oculaire et l'objectif. L'oculaire II. par exemple donne, avec le système 4, un grossissement de 350 l'oculaire 1 au contraire, combiné avec l'objectif le plus fort, 4, ne donne qu'un grossissement de 280. A chaque microscope est joint un tableau synoptique

donnant les grossissements que l'instrument peut fournir. Voici l'un de ces tableaux :

Systèmes d'objectifs	Oculaires	
	I	II
1	20	25
4 et 2	40	50
4	180 280	225 350

On distingue le *grossissement linéaire* du *grossissement en surface*. Le premier se rapporte à la longueur ou la largeur de l'objet. Ainsi un objet dont la longueur vraie est de 1 millimètre paraîtra, à l'aide d'un grossissement linéaire de 10 diamètres, avoir 1 centimètre de long ($0{,}001 \times 10 = 0{,}01$); le grossissement en surface est dans ce cas égal à 100 ($10 \times 10 = 100$). Ce grossissement s'obtient en prenant le carré des grossissements linéaires. Un grossissement linéaire de 30 diamètres est exprimé en grossissement superficiel par le nombre 900.

Quelques opticiens ne considèrent que le grossissement en surface; celui-ci est exprimé en effet par des chiffres très forts qui en imposent. Aussi le mot

grossissement, sans indication plus précise, se rapporte-t-il toujours au grossissement en surface.

Si, avec le microscope auquel correspond le tableau ci-dessus, on veut obtenir un grossissement de 350, on réunira l'objectif 4 à l'oculaire II.

Dans ce tableau, de petits chiffres se trouvent par exception ajoutés au-dessus des gros nombres indiquant la mesure du grossissement. Les gros chiffres indiquent le grossissement, le tube étant complètement tiré; les plus petits au contraire expriment les résultats que l'on obtient quand le corps de l'instrument est complètement abaissé.

La longueur du tube (*r*, fig. 12) qui unit l'objectif à l'oculaire influe en effet sur le grossissement; aussi les opticiens construisent-ils les tubes des meilleurs microscopes en deux parties qui rentrent l'une dans l'autre, comme les différentes portions d'une lunette. On peut ainsi raccourcir ou allonger le tube à volonté. Quand on l'allonge, c'est-à-dire quand on éloigne l'oculaire de l'objectif, le pouvoir grossissant augmente en proportion. Cette disposition offre des avantages multiples : c'est un bon moyen d'augmenter le pouvoir grossissant, mais non pas la netteté de l'image.

Dans d'autres cas, on raccourcit le tube et l'on diminue ainsi le grossissement en augmentant la netteté. De plus, en allongeant le tube d'une quan-

tité donnée, on peut rapporter le grossissement à un chiffre déterminé. Qu'on n'oublie pas du reste que le grossissement d'un microscope ne peut pas être rapporté à un chiffre exact, car il dépend 1° de la portée de la vue de l'observateur; 2° de la puissance d'accommodation de son œil. A un œil myope, par exemple, l'image de l'objectif paraîtra toujours plus petite qu'à un œil presbyte.

On trouve jointe aux grands microscopes une *lentille d'éclairage* destinée à éclairer par le haut les objets opaques. On peut la remplacer quand elle manque par une lentille faiblement biconvexe (fig. 19) fixée sur un pied et que l'on place entre le microscope et la lumière. L'éclairage des objets plus ou moins transparents se fait ordinairement au moyen du miroir concave poli, qui projette les rayons lumineux à travers l'orifice de la platine. Dans les grands microscopes, ce miroir est concave d'un côté, plan de l'autre; on se sert du miroir plan, soit pour de faibles grossissements, soit lorsque la lumière est trop vive; l'éclai-

Fig. 19.
Lentille d'Éclairage.

rage est ainsi beaucoup plus faible. Le miroir concave s'emploie pour les forts grossissements : il donne un éclairage plus vif, en réunissant au foyer tous les rayons lumineux qui tombent à sa surface.

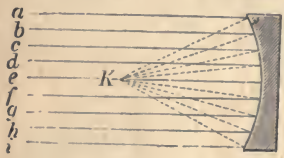


Fig. 20.

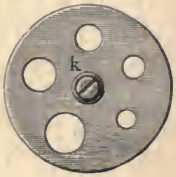


Fig. 21.
Diaphragme.

En K la lumière atteint une intensité qui est la somme des rayons lumineux depuis *a* jusqu'à *i*.

Un éclairage variable et bien disposé est un élément important de la technique. Les objets très délicats, en effet, demandent pour la clarté et la netteté de leurs contours un éclairage adouci ; d'autres nécessitent une lumière plus vive. Pour séparer à volonté une partie des rayons lumineux, les bons microscopes sont pourvus de *diaphragmes*. Ces diaphragmes sont représentés dans les plus petits microscopes par des disques tournants percés de trous inégaux, et dans les plus grands par des cylindres percés.

Fig. 22.
Diaphragme cylindrique.

Le diaphragme (fig. 21) est fixé solidement au-dessous de la platine au moyen d'un bouton ; il

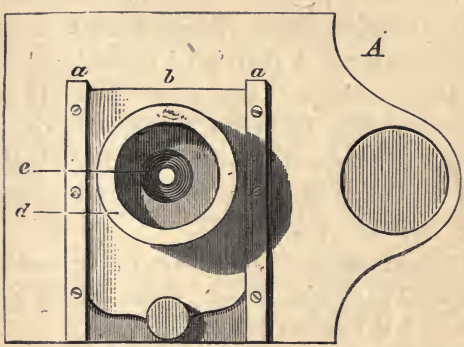


Fig. 23. — A. Platine. Un Diaphragme cylindrique vu par dessous y est adapté.

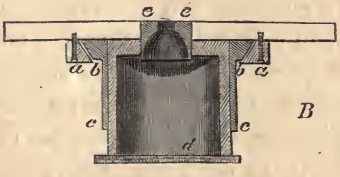


Fig. 24.
B. Platine. Coupe verticale du Diaphragme cylindrique.
aa Coulisses pour le Traîneau; *b* Traîneau; *c* Monture du Traîneau *d* Cylindre; *e* Diaphragme.

offre plusieurs ouvertures, dont la plus grande correspond exactement au trou de la platine et dont les

autres interceptent plus ou moins de lumière. En faisant tourner le disque, on place successivement sous l'orifice de la platine chacune de ces ouvertures.

Les diaphragmes cylindriques sont des tubes courts, ouverts, à l'extrémité supérieure desquels on place un disque percé d'une ouverture de diamètre variable. Ce tube (fig. 22) ainsi disposé est adapté soit directement dans le trou de la platine, soit au-dessous au moyen d'un mécanisme particulier (*traîneau*, voir fig. 23).

On peut très facilement alors élever ou abaisser l'appareil, suivant qu'on travaille à la lumière vive ou à la lumière douce.

Les petites ouvertures du diaphragme ne sont usitées que pour les forts grossissements et les objets délicats.

Pour les plus forts grossissements, on augmente la lumière au moyen du *condenseur*. C'est un appareil à diaphragme, formé d'une ou plusieurs lentilles achromatiques. Le condenseur est placé dans le trou de la platine, et l'intersection des rayons lumineux du centre ou des bords se fait à travers le diaphragme. Un condenseur simple consiste en une lentille plan convexe, placée dans le tube d'un diaphragme cylindrique ordinaire. L'intersection des rayons lumineux des bords et du centre se fait généralement de telle sorte que l'on peut, en recou-

vrant la lentillle d'un anneau noir, ne laisser passer que les rayons du centre; pour obtenir un éclairage oblique, on recouvre le centre d'un disque noir, tandis que le bord laisse le passage libre à la lumière.

L'éclairage de l'objet soumis à l'examen peut donc être *central* ou *marginal.*

Le premier est l'éclairage ordinaire des petits microscopes, dans lesquels le miroir n'est mobile que suivant son diamètre. L'éclairage marginal est très avantageux et met en lumière bien des détails qui n'auraient que peu ou pas de développement avec l'éclairage central. Mais par ce moyen une partie seulement de l'objet est éclairée, tandis que l'autre reste cachée dans un demi-jour. Aussi les détails qui ressortent sont précisément ceux qui, par l'éclairage central, ne sont pas visibles ou ne le sont qu'en partie. Pour obtenir l'éclairage oblique, le miroir doit être mobile autour d'axes différents.

Fig. 25 et 26.
Condenseur simple.

Outre cette mobilité du miroir, beaucoup des meilleurs microscopes ont une platine mobile autour de son axe ; les rayons marginaux du miroir tombant sur l'objet peuvent ainsi l'éclairer dans toutes les positions. Quand on se sert de l'éclairage oblique, on laisse toujours de côté les diaphragmes.

Enfin, on se sert du *micromètre* pour mesurer

la grandeur des objets soumis à l'examen. Les plus employés sont les micromètres en verre ; ce sont des plaques sur lesquelles des divisions ont été tracées au diamant. Le millimètre ou la ligne (la plus petite partie d'un pouce) se trouve ainsi divisé en 10, 100, 1000 et plus. Il est commode d'avoir, de loin en loin, dans la graduation quelques points de repère également distants (fig. 27).

Fig. 27.
Micromètre oculaire.

Dans d'autres micromètres en verre, les divisions se croisent à angle droit, formant ainsi des carrés [1]. Ces micromètres peuvent être employés pour mesurer et pour compter les objets contenus dans un espace donné du champ visuel. La petitesse des divisions fait comprendre combien il est difficile de fabriquer ces micromètres avec exactitude. Aussi y a-t-il des micromètres de tout prix. Les micromètres oculaires sont bien meilleur marché que les micromètres objectifs.

Pour éviter les gros chiffres des mesures micrométriques, on a adopté sur la proposition d'*Harting* une unité microscopique fixe : 0,001 (c. a. d. 1/1000

[1] Ces micromètres portent le nom de *micromètres quadrillés*. Ils sont d'un grand usage en physiologie pour la numération des globules du sang par exemple. (*Appareil de Malassez.*)

de millimètre, *m. m. m.* ou μ.) *mikron* ou *micrum* (au pluriel *micra*). En achetant un micromètre en verre, on doit toujours s'informer de l'unité de division, car la proposition d'*Harting* n'est pas universellement adoptée. Un millimètre (*m. m.* ou 1000 micromillimètres ou 1000 *m. m. m.* ou encore 1000 μ.) est égal à 0,4433 lignes de Paris.

Pour l'usage ordinaire, on remplace par un micromètre le porte-objet simple, c'est le *micromètre objectif* sur les divisions duquel on place la préparation. On examine ainsi les deux ensemble. Il faut d'abord que les objets soient plus grands que la plus petite division. Les distances qui séparent les traits doivent de plus être très petites. Il est difficile, surtout avec un fort grossissement, d'apercevoir ensemble l'objet et les traits sous-jacents; de plus, ces micromètres objectifs s'usent très rapidement[1].

Ces défauts ne se retrouvent pas dans le *micromètre oculaire*; aussi préfère-t-on ce dernier instrument. Il est placé dans l'intérieur de l'oculaire au-dessous du diaphragme, entre l'oculaire et le verre de champ. Comme par cela même, il n'est grossi que par l'oculaire, on peut en éloigner davantage

[1] Les divisions du micromètre objectif étant assez difficiles à mettre au foyer, on en facilite la recherche en employant l'éclairage oblique et en n'utilisant qu'une partie de la lumière réfléchie. Enfin on peut mettre un ou deux points d'encre sur les côtés des divisions.

les divisions. L'échelle du micromètre varie, comme il est facile de le prévoir, suivant la puissance de l'objectif employé, suivant la longueur du tube, etc., etc. Il en résulte qu'il faudra, d'après le principe précédent, déterminer pour chaque système de lentilles l'échelle de la graduation, par comparaison soit avec un micromètre objectif, soit avec un objet de dimensions connues. Les opticiens consciencieux joignent à leur micromètre une table in-

Fig. 28. — Porte-objet.

diquant l'échelle des grossissements correspondant à l'emploi de tel ou tel oculaire. Veut-on ajouter à son microscope un micromètre oculaire, il faut l'envoyer à l'opticien, afin qu'il ajuste la circonférence du micromètre au diamètre du tube.

Les *porte-objets* sont rectangulaires; ils mesurent environ 2 centimètres de large sur 5 centimètres de long. Ce sont des plaques de verre incolore de 1 millimètre d'épaisseur, quand on se sert des diaphragmes cylindriques. Si l'on en use beaucoup, on

peut les tailler soi-même dans une glace mince ou un verre à vitre incolore. Sur le porte-objet on dispose la préparation et on porte le tout sur la platine dans l'axe du microscope. Les porte-objets creusés en cuvette ne constituent pas une invention très heureuse.

On appelle *couvre-objet* la mince plaque de verre carrée, rectangulaire ou discoïde que l'on place sur l'objet. Le couvre-objet est surtout utile lorsque la préparation est baignée dans l'eau, un liquide acide ou alcalin. C'est une protection pour l'objectif contre les vapeurs émises par les liquides ou même contre une immersion, ce qui n'arrive que trop souvent pendant la mise au point. Les couvre-objets aplatissent la surface de l'objet et facilitent ainsi l'observation, surtout pour les forts grossissements, dans lesquels toute la surface de la préparation doit autant que possible se trouver sur le même plan. Enfin, les couvre-objets empêchent l'évaporation des liquides. Pour les grossissements faibles ou moyens, il suffit, comme

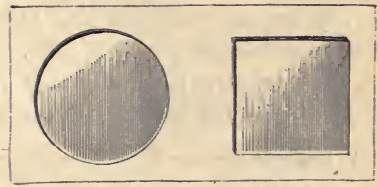


Fig. 29 et 30. — Couvre-objets.

couvre-objet, d'un mince verre à vitre ou à miroir (verre de Belgique) incolore ou même d'un mince porte-objet. Pour les forts grossissements, le verre doit être très peu épais ($0^{mm},15$ à $0^{mm},2$). Les lamelles de mica, autrefois employées, le sont beaucoup moins aujourd'hui. Comme le couvre-objet n'est pas sans influence sur la netteté de l'image, on trouve dans les plus grands microscopes des couvre-objet déterminés, classés d'après leur épaisseur pour chaque système de lentilles. En général, les couvre-objets les plus minces conviennent aux grossissements les plus forts, car l'objectif dans ce cas doit être beaucoup plus rapproché de la préparation. Un verre trop épais empêcherait ce rapprochement.

Pour un grossissement très fort, et si l'objet n'est plongé dans aucune substance corrosive, on rend souvent l'image plus claire en employant le *procédé à immersion*[1]. Pour cela, on verse sur le couvre-objet quelques gouttes d'eau distillée ou d'un mélange préparé d'avance de parties égales de glycérine et d'eau. On dispose alors le microscope de façon à relier l'objectif au couvre-objet par une couche de liquide. On réduit ainsi autant que possible les réfractions multiples des rayons lumineux entre l'ob-

[1] L'idée première des objectifs à immersion appartient à Amici.

jet et l'objectif. La diversité des milieux fait en effet dévier beaucoup les rayons lumineux, qui sont réfractés d'abord par le liquide qui couvre l'objet, puis par le couvre-objet, puis enfin par la couche d'air qui se trouve au-dessus. On nomme *objectifs à immersion* ceux que l'on peut plonger dans un liquide aqueux sans inconvénient pour leur monture. Les microscopes de prix portent en même temps

Fig. 31. — Compresseur de Schick.

qu'une lentille à immersion un dispositif qui permet d'éloigner ou de rapprocher la lentille, de façon à pouvoir s'en servir comme verre à immersion ou comme objectif ordinaire. (*Système à correction*[1].)

Dans bien des cas le couvre-objet doit comprimer plus ou moins la préparation pour en aplanir la surface ou pour la ramener à une couche très mince.

[1] Il faut ajouter que l'indice de réfraction de l'eau étant de beaucoup supérieur à celui de l'air, le foyer de l'objectif se trouve reculé et que la mise au point devient par le fait plus facile et plus exacte.

A cet effet on se sert de *compresseurs*, avec lesquels au moyen d'un levier on presse l'un contre l'autre le porte-objet et le couvre-objet. Ces compresseurs peuvent encore être formés de deux cercles portant chacun un verre plan. L'inférieur sert de porte-objet, le supérieur de couvre-objet. La figure 31 représente un de ces compresseurs. Il est en métal.

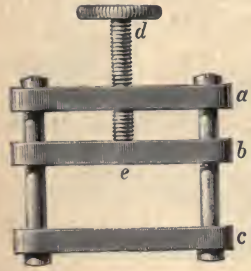


Fig. 32.
Cadre du Compresseur de Hager.
a c Cadre; *b* Traverse; *d* Vis.

Une lame est percée en son milieu d'un trou muni d'un verre. Ce verre plan joue le rôle d'un porte-objet; au-dessus de cette plaque se trouve un bras de levier mobile autour d'un pivot. Il est muni d'un renflement annulaire, où se trouve le couvre-objet enchâssé dans un cercle mobile. Au moyen de la vis à ressort placée à droite sur la figure, on presse le bras de levier contre la plaque, ou plutôt le couvre-objet contre le porte-objet.

Un autre compresseur consiste en deux cadres pourvus de vis. Cette disposition permet d'exercer une pression sur un point quelconque des deux verres qui se recouvrent et entre lesquels se trouve un objet mou, un morceau de chair par exemple. Des compresseurs analogues, mais qui ne peuvent exercer

leur action que sur l'extrémité des lames de verre, ne sont pas pratiques, car, par suite de l'élasticité du verre, la pression n'est pas suffisante au milieu.

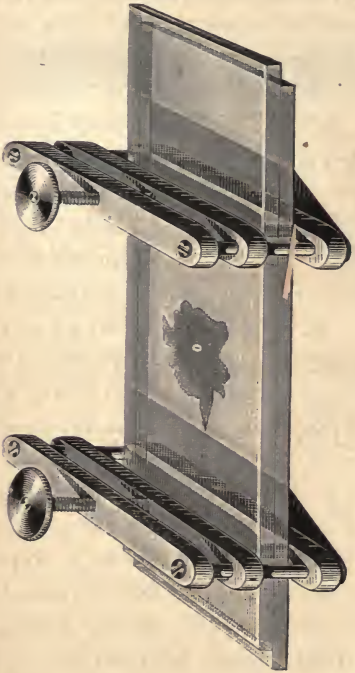


Fig. 33. — Le Compresseur de Hager monté. Préparation.

On peut avec beaucoup de microscopes pousser très loin les recherches sans se servir de ces compresseurs. En pressant entre les doigts le couvre-

objet et le porte-objet, on peut faciliter l'observation; cependant, si on cesse de presser, le couvre-objet se relâche souvent, et il s'introduit alors entre les deux lamelles une couche d'air très nuisible à l'observa-

Fig. 34. — Valet fixé sur la Platine.

tion. En pareil cas, il existe un moyen commode de rendre la pression permanente : on place des deux côtés de l'objet (naturellement à une certaine distance de celui-ci) un peu de résine du Harz malaxée (*Ceratum resinæ Pini Burgundicæ*) ou un mélange de cire ou de térébenthine qui devient adhérent.

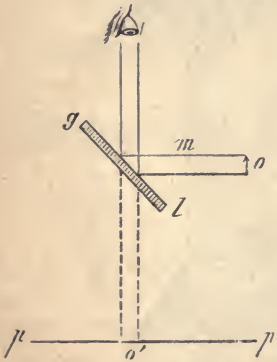


Fig. 35.

Pour fixer l'objet sous l'objectif, on trouve souvent sur la platine de simples lames de laiton destinées à immobiliser la préparation. Ces lames sont nécessaires à l'observateur qui travaille assis. On peut aussi se servir de ces *valets* au lieu et place des compresseurs.

La *chambre claire* est, pour le micrographe qui ne sait pas dessiner, un accessoire important du microscope. C'est un appareil destiné à projeter l'image sur une feuille de papier à côté de l'instrument. On peut alors dessiner au crayon les contours de l'image. Les chambres claires les plus employées sont celles de *Nachet*, de *Nobert* et d'*Oberhäuser*. En voici le principe : soit la plaque de verre *gl* (fig. 35) formant avec le rayon visuel un angle de 45 degrés : les rayons émanant de l'objet *o*, qui font aussi avec la plaque de verre un angle de 45 degrés, seront réfléchis directement vers l'œil de l'observateur. Celui-ci verra alors l'image de l'objet dans une direction perpendiculaire à celle de l'objet lui-même. Soit *m* (fig. 35) le tube du microscope et *pp* une feuille de papier : l'œil apercevra l'image en *o'* sur le papier, comme le permet la transparence du verre. On dit alors que l'image est projetée. Mais plaçons au niveau de la plaque *gl* un prisme P (fig. 36) ; *o* sera la préparation

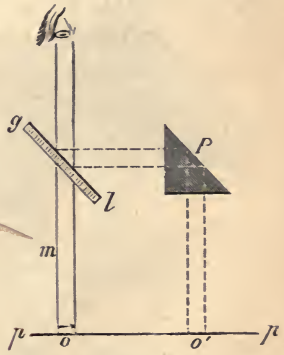


Fig. 36.

placée sous l'objectif du microscope vertical; *gl* sera une lame fixée au-dessus de l'oculaire suivant un angle de 45 degrés; nous verrons alors l'objet et l'image *o* et *o'* projetés dans le même champ visuel. C'est sur ce principe que reposent les chambres claires dont nous avons parlé. Une des plus employées est celle de Nachet, reproduite ci-après (fig. 37).

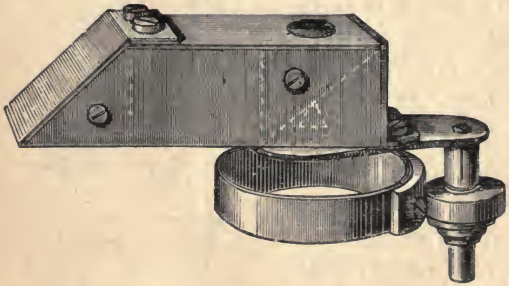


Fig. 37. — Chambre claire de Nachet.

Dans cet appareil, à la place de la lame *gl* (fig. 36) se trouve un prisme; quant à l'autre prisme, il est mobile autour de son axe et permet de placer les surfaces réfléchissantes suivant des angles variables. Le maniement de cet appareil se comprend de lui-même. On fixe la chambre claire à l'oculaire au moyen de l'anneau.

Quand on n'a pas craint de s'exercer et qu'on est habitué à regarder dans le microscope avec un

œil en gardant l'autre ouvert, on peut se faire à soi-même une chambre claire. Si on se sert d'un papier jaune ou vert pâle, les deux images finissent par se superposer sur le papier. Naturellement une longue pratique est préférable aux meilleures leçons.

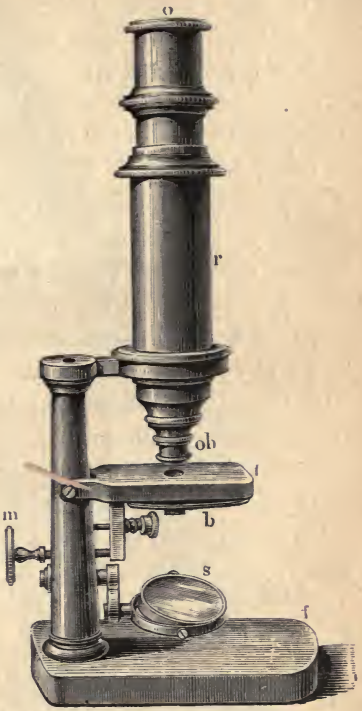


Fig. 38. — Microscope composé (1/3 grandeur naturelle). — *o* Oculaire; *r* Tube; *ob* Objectif; *t* Platine; *b* Diaphragme; *s* Miroir; *f* Pied; *m* Vis micrométrique.

Après avoir parlé des parties dont se compose un microscope, après en avoir expliqué le but, on peut reproduire ici les dessins des deux microscopes (fig. 38 et 39). Dans la figure 38, l'instru-

ment repose sur un pied métallique pesant, le reste est en laiton travaillé avec soin. Les lentilles sont achromatiques, les images nettes, le champ de vision clair, et par-dessus tout les proportions optiques sont par cela même très bien gardées. La mise au point approximative s'effectue en élevant ou en abaissant le tube dans sa gaîne, la mise au point précise, au moyen de la vis micrométrique qui se trouve à gauche et au-dessous de la platine qu'elle peut amener dans divers plans. Un diaphragme, placé sous la platine, tient lieu d'écran. On trouve aujourd'hui dans le commerce des microscopes de forme et de construction analogue au prix de 40 à 50 fr. Quand le grossissement est garanti jusqu'à 350, ces microscopes suffisent largement à l'usage quotidien des chimistes, des pharmaciens et des professeurs de l'enseignement élémentaire.

Un inconvénient qui n'est pas à négliger et dont nous reparlerons plus tard, c'est que, pour se servir du microscope, il faut être debout, le dos courbé. Au moyen d'un siège élevé sur lequel s'assied l'observateur, ou en plaçant le microscope un peu bas, on peut bien diminuer la fatigue, mais on comprend que l'instrument placé comme à l'ordinaire soit plus facile à manier. Cela est possible avec le microscope n° 4 (voir fig. 39). C'est un des microscopes les plus complets : il est muni, outre les pièces

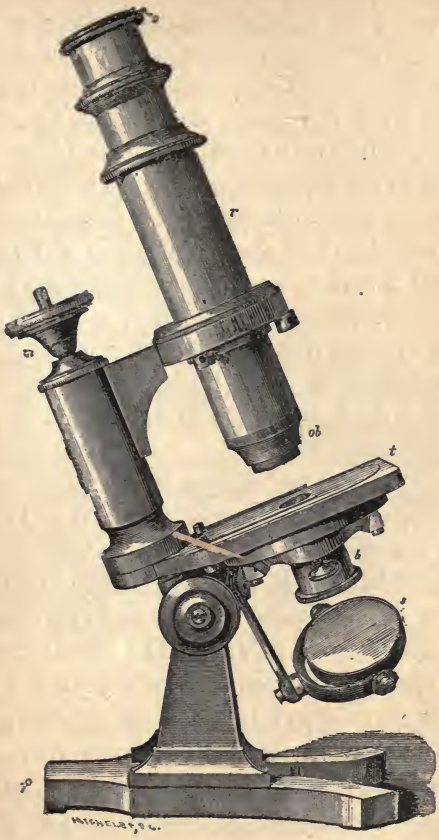


Fig. 39. — Microscope composé. — *o* Oculaire; *r* Tube; *ob* Objectif; *t* Platine; *b* Diaphragme; *s* Miroir; *f* Pied; *m* Vis micrométrique.

principales, des accessoires de première nécessité, polariseur, chambre claire, etc. La platine est mobile autour de son axe, disposition très favorable pour recevoir la lumière obliquement. La mise au point approximative s'effectue comme à l'ordinaire, la mise au point précise au moyen d'un cylindre et d'une vis micrométrique attenant au tube. Un autre cylindre muni d'un diaphragme sert d'écran. On peut le faire tourner à droite et à gauche à l'aide de coulisses placées sur la platine, quand on désire que la lumière n'arrive que d'un seul côté. A cet instrument sont joints trois oculaires et quatre systèmes de lentilles qui grossissent de 20 à 750 fois.

Beaucoup de microscopes français ont un pied cylindrique, c'est-à-dire que le support de l'instrument qui dans le microscope allemand réunit le pied, la platine et le tube, est remplacé en France par un cylindre métallique muni d'une ouverture pour laisser passer la lumière. La partie supérieure de ce cylindre est constituée par la platine. Elle est solidement fixée au tube [1]. Ces microscopes portent le nom de *microscopes à pied cylindrique.*

Des microscopes de poche, de fabrication française, sont entrés dans le commerce depuis dix ans

[1] Ces microscopes ne sont guère employés de nos jours.

environ. Ils coûtent de 16 à 34 francs ; mais malgré cette diversité de prix, on ne constate pas une bien grande différence dans la valeur optique des instrument. L'étui *d e* (fig. 40) fabriqué avec soin a 12 centimètres de large et 3 $^1/_2$ centimètres de haut.

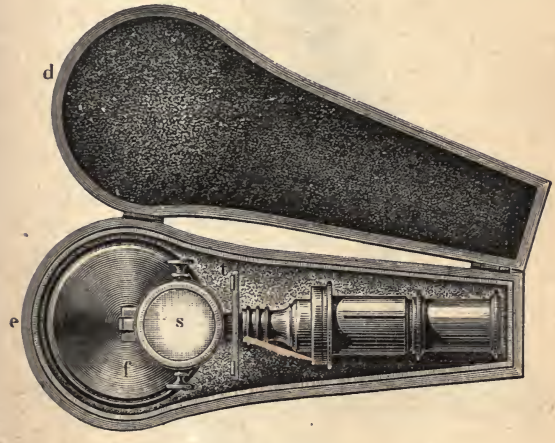


Fig. 40. — Microscope de Poche dans son Étui.

On y voit le petit microscope auquel rien ne manque, si ce n'est la vis micrométrique : on effectue la mise au point très facilement en abaissant le tube. Au moyen d'une charnière placée au bas du support, on peut coucher le microscope et le placer parallèlement au pied. Un miroir mobile autour de son axe

est fixé dans un anneau. La platine, très petite, est munie de deux valets.

Le grossissement atteint 50 ou 60. Les images sont claires et suffisamment nettes. Comme ces microscopes de poche sont livrés par le commerce, on en trouve quelques-uns qui ne peuvent servir à rien. Ces microscopes de poche offrent un inconvénient aussi bien pour le botaniste en excursion que pour l'histologiste, c'est la faible dimension de la platine[1].

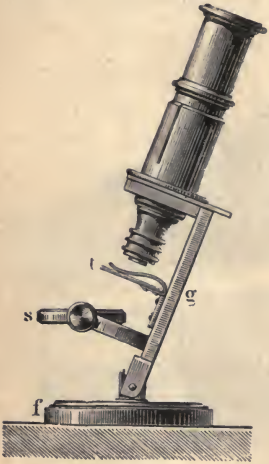


Fig. 41.
Microscope de Poche monté.

Microscope-Compresseur. — Ce microscope sert à l'examen de certaines viandes, mais il convient aussi très bien à l'étude des tissus végé-

[1] L'auteur ne parle pas des microscopes *binoculaires* construits pour rendre appréciables les creux et les reliefs, que la vision binoculaire seule nous fait percevoir. Ces microscopes (*stéréoscopiques* et *pseudo-stéréoscopiques*) offrent en outre l'avantage de fatiguer moins la vue.

taux. Le compresseur dont il est muni se compose

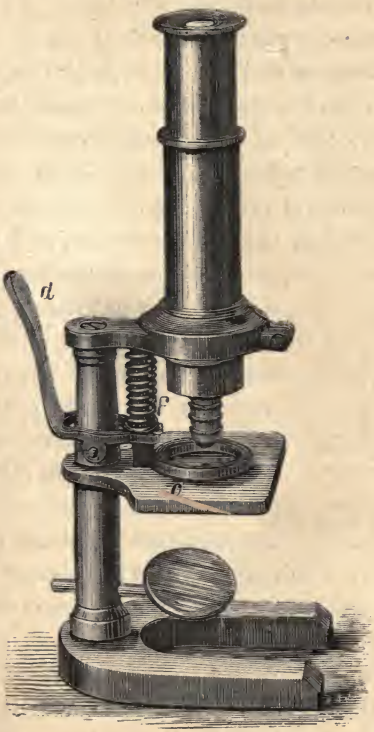


Fig. 42. — Microscope-Compresseur de Hager.
c Anneau compresseur; *f* Ressort; *d* Levier.

d'un anneau métallique fixé sur la platine par un

U. OF ILL.

ressort également en métal. On peut élever l'anneau à volonté au moyen d'un levier. La préparation molle est placée entre deux lames de verre, puis glissée entre l'anneau et la platine, l'anneau reposant alors doucement sur la lame. Pour enlever la préparation, on relève l'anneau.

Microscope polarisateur. — L'image fournie par le microscope et vue à la lumière polarisée offre au naturaliste bon nombre d'avantages et à l'amateur une agréable distraction. Au sein d'un faisceau polarisé apparaissent en effet des dessins invisibles à la lumière naturelle. Tous les microscopes ordinaires peuvent être transformés en microscopes polarisateurs : il suffit pour cela de deux prismes de spath d'Islande à double réfraction enchâssés dans une monture de cuivre et que l'on dispose dans le microscope de façon à ce que le *polarisateur* soit situé dans la platine entre l'objet et le miroir, l'*analyseur* au-dessous de l'oculaire. Le champ visuel est alors considérablement amoindri (Talbot). Il vaut mieux placer l'analyseur bien au-dessus de l'objectif (Chevalier), ou mieux encore (Harting) sur l'extrémité inférieure du tube de l'oculaire. Dans ces deux cas, les axes des prismes doivent se confondre

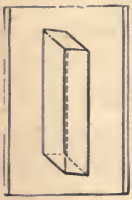


Fig. 43.
Prisme de Nicol.

avec l'axe du microscope. Au moment de s'en servir, les deux Nicols doivent avoir leur plan de polarisation parallèle : le champ visuel est alors éclairé. Si les plans de polarisation sont à angle droit, le champ est obscur ; fait-on tourner le polarisateur ou l'analyseur d'un angle de 90 degrés, le champ apparaît lumineux, avec des teintes de passage intermédiaires. Plus le champ devient obscur ou lumineux, plus la polarisation est complète. Quand le Nicol passe aux deux positions opposées marquées 90 et 270, le champ visuel présente le minimum de clarté. Au contraire à 0 et à 180 on obtient le maximum. Comme éclairage, on emploie volontiers la lumière vive du soleil ou d'une lampe. L'image d'un objet transparent offre pendant cette révolution toutes les couleurs qui composent la lumière blanche. Quand les surfaces des prismes sont parallèles et que le champ est lumineux, l'objet se montre sous des couleurs complémentaires de celles qu'il offre quand le champ est obscur. Les objets minces et transparents d'un pouvoir rotatoire très faible doivent être recouverts de petites lames de quartz de gypse ou de mica, susceptibles de donner à la préparation de nouvelles couleurs. Les lames polarisantes de mica, de quartz ou de sélénite, enchâssées dans une monture de laiton, peuvent être vissées sur le polarisateur. Pendant la polarisation,

toute source lumineuse trop éclatante doit être maintenue loin de la platine. Le maniement des appareils adaptés à certains microscopes, et qui permettent de

Fig. 44 à 47. — Grains de Fécule vus à la Lumière polarisée. Une Croix sombre traverse les Couches du Grain en partant du hile (Centre organique).

faire tourner les prismes, s'acquiert sans qu'on l'ait appris. Si l'analyseur est placé au fond du tube de l'oculaire, on fait tourner celui-ci autour de son axe. Quand il est au-dessus de l'objectif, on fait tourner

le polarisateur avec les doigts, si le microscope ne porte aucun mécanisme spécial.

Certaines substances font dévier le plan de polarisation soit à droite, soit à gauche. Quand on examine une dissolution de ces substances dans un appareil polarimétrique à la lumière jaune d'une lampe, pour obtenir d'abord la couleur verte, puis la couleur bleue et enfin la couleur rouge, il faut parfois faire tourner les prismes de droite à gauche; on dit alors que ces substances sont *dextrogyres*, c'est-à-dire qu'elles dévient à droite le plan de polarisation; dans le cas inverse, ces substances sont *lévogyres*. Quand elles n'ont ni l'une ni l'autre de ces actions, elles sont dites *inactives*.

Parmi les substances dextrogyres on trouve, par exemple, le sucre de canne, le sucre de raisin (glucose), le sucre de diabète, la dextrine, le camphre (en solution alcoolique), etc.

Parmi les substances lévogyres figurent la levulose, la gomme, les essences de térébenthine et de citron, l'eau de laurier-cerise, etc.

Le pouvoir rotatoire diffère pour chaque substance. Cette inégalité est un moyen de les distinguer. Dans ces derniers temps, on a même utilisé le microscope polarisateur pour doser le sucre en solution, et particulièrement le sucre dissous dans l'urine des diabétiques.

Le commerce livre à cet effet des instruments qui peuvent servir à la fois de microscopes et de saccharimètres. La figure 49 représente un de ces instruments : après avoir enlevé le diaphragme et l'avoir remplacé par le polarisateur, on retire le corps du microscope ainsi que l'oculaire et l'objectif, et on le remplace par le tube sacharimétrique *sr*, de façon à ce que l'extrémité inférieure repose solidement sur le polarisateur. A la partie supérieure se trouve fixé à angle droit un demi-cercle de métal gradué : à partir du zéro qui se trouve au milieu sont marquées à droite et à gauche 90 divisions. Au-dessus on fixe l'analyseur, on regarde dans l'instrument et on dispose le miroir comme pour les recherches microscopiques. On place alors un index qui coïncide exactement avec le zéro de l'échelle. On fait tourner le polarisateur à droite ou à gauche autour de son axe jusqu'à ce qu'on atteigne le point neutre : (les deux moitiés du champ visuel sont alors uniformément colorées.) On enlève l'analyseur, et on introduit dans le tube saccharimétrique un cylindre de verre de 20 centimètres de long, complètement plein d'urine clarifiée. L'analyseur est replacé dans sa position première, on le tourne à droite et à gauche (à droite s'il s'agit de l'urine des diabétiques), jusqu'à ce qu'on arrive au point neutre. L'index occupe alors une autre position sur

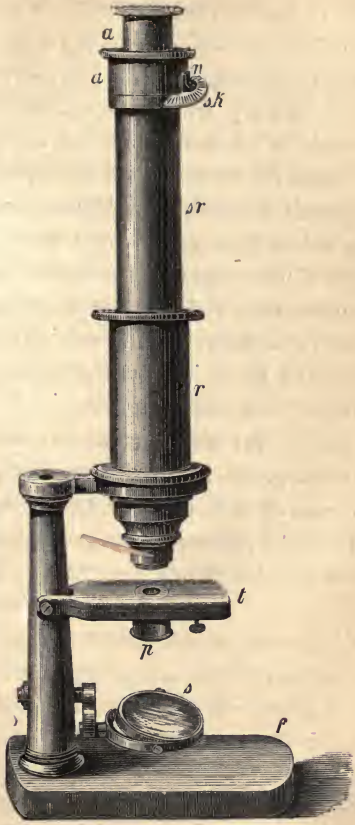


Fig. 48.

Fig. 49. — Microscope transformé en Appareil saccharimétrique (d'après Wasserlein).

l'échelle : la différence entre ces deux positions indique la proportion du sucre. Le cylindre de verre *g* doit être absolument plein ; quand on l'a fermé, il ne doit pas s'y trouver la moindre bulle d'air. Pour obtenir ce résultat, on fait déverser le réservoir avant de visser le couvercle, et pour absorber aussitôt le liquide qui déborde, on tient le cylindre entouré de papier buvard. Pour obtenir un liquide d'une limpidité suffisante, on ajoute à la dissolution sucrée de l'argile récemment précipitée et encore humide, ou un peu de sous-acétate de plomb. On filtre, en évitant autant que possible l'élévation de la température.

L'échelle qui n'est pas ici divisée en 360 mais en 180 degrés, indique directement la richesse en glucose de la dissolution. Le sucre de canne a un autre pouvoir rotatoire, qui est à celui de la glucose comme 75 est à 100.

TECHNIQUE DU MICROSCOPE.

Achat et Essai d'un Microscope. — Quand on veut acheter un microscope sans être familier avec cet instrument, il faut consulter un homme compétent et lui indiquer l'usage qu'on en veut faire et le prix que l'on y veut mettre. Le micrographe qui se sert journellement du microscope ne doit jamais acheter un instrument de peu de valeur ; c'est gaspiller son argent, car plus tard il devra tout de même se munir d'un bon microscope. Si on veut acheter soi-même son instrument sans s'y connaître, il est bon de s'exercer au préalable pendant une demi-heure avec un bon microscope et surtout avec de faibles grossissements, pour chercher le meilleur parmi les microscopes bon marché.

Il ne faut pas aller chercher un bon microscope chez un opticien inconnu qui ne construit pas lui-même. On se défiera surtout d'un bon marché exagéré, d'où qu'il vienne, car les opticiens qui ne livrent au commerce que de bons instruments ont scrupuleusement répudié tout charlatanisme. Pour l'usage ordinaire et pour les préparations grossières (trichine, coupes de plantes, etc.), il suffit d'avoir

de petits microscopes (microscopes au rabais), pourvu qu'ils soient achromatiques; mais jamais ces instruments ne doivent servir à l'étude des objets fins et délicats.

On se laisse ordinairement tenter par des objectifs d'un grossissement supérieur à 300. Ce sont des inutilités. Quand on n'est pas connaisseur, on se laisse facilement séduire par le chiffre élevé du grossissement, et cependant ce n'est pas là ce qui constitue la valeur de l'instrument : c'est plutôt la netteté et la clarté des images qu'il fournit. Un microscope d'un pouvoir grossissant de 200 est souvent préférable à un autre qui grossirait 600 fois. A quoi sert une image fortement grossie, à quoi servent les détails les plus délicats, les saillies les plus fines, si l'ensemble est confus? Une image nette, au contraire, vue à un moindre grossissement, est bien plus instructive. Pour les médecins, les pharmaciens, les vétérinaires, les instituteurs, etc., les grossissements de 40 à 300 sont suffisants, pourvu que les images soient nettes. Le microscope est plus commode s'il est disposé pour recevoir la lumière oblique. Le naturaliste, cela va de soi, a souvent besoin de forts grossissements; il emploie des micromètres, des Nicols, des chambres claires et autres accessoires, toutes choses superflues pour l'amateur.

On reconnaît fort bien par comparaison avec un bon microscope si celui qu'on a en main donne des images claires. Le *pouvoir résolvant* ou *puissance optique* du microscope est déterminée au moyen des test-objets[1]. Dans ces vingt dernières années, les microscopes ont été perfectionnés à ce point que les test-objets employés autrefois n'ont plus grande valeur. Par contre, la maxime suivante est restée vraie :

« Plus faible est le grossissement dont on a besoin « pour distinguer les détails les plus délicats du « test-objet, et meilleur est le microscope. »

Lorsqu'ils s'enquièrent de la valeur d'un microscope, les ignorants ne s'informent que de son pouvoir grossissant; c'est tout naturel: ils s'imaginent qu'on ne peut voir les objets délicats qu'à de très forts grossissements, et se font de la disposition et du but du microscope une idée fausse et imparfaite. Si l'on mettait à leur disposition deux microscopes, l'un à grossissement faible, mais à image nette, l'autre grossissant davantage, c'est ce dernier qu'ils

[1] On distingue ordinairement dans la puissance optique du microscope le *pouvoir définissant* et le *pouvoir pénétrant*. Le premier donne la forme et le contour des objets; le pouvoir pénétrant fait voir leur structure intime, les couches d'une membrane, les dessins de la carapace des diatomées, etc.

choisiraient. Aujourd'hui, l'aberration a été corrigée, l'angle d'ouverture a été augmenté, nos microscopes sont de beaucoup supérieurs à ceux des anciens : ceux qui autrefois revenaient à 350 francs en coûtent aujourd'hui 120 ou 150.

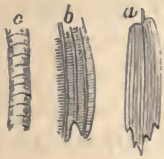


Fig. 50 à 52.
a Écaille de l'*Hipparchia Janira* (grossie 60); *b* la même (grossie 200); *c* Striations transversales (grossies 600 fois).

On sait que les ailes des papillons et les segments de beaucoup d'autres insectes sont recouverts de petites écailles. A un grossissement donné, on voit sur ces écailles des traits longitudinaux. Augmente-t-on ce grossissement, on aperçoit des traits transversaux qui joignent entre eux les premiers. Si on pousse plus loin encore, ces traits se transforment chez certains papillons en petites sphères symétriquement rangées.

Fig. 53 à 55.
a Pleurosigma angulatum; *b* Surface du même (grossie 300 fois); *c* le même à un grossissement plus fort.

Ordinairement l'opticien qui essaie un microscope de moyenne valeur se sert comme test-objet des écailles

de l'*Hipparchia Janira*. Les raies longitudinales apparaissent en effet à un grossissement de 60 à 80, les raies transversales ne sont visibles qu'à 180 ou 200. Pour les grands microscopes, on choisit le plus souvent des diatomées, parmi lesquelles le *Pleurosigma angulatum* et la *Navicula hippocampos angulata*, dont les détails se manifestent difficilement. Au commencement, on aperçoit la carapace lisse et sans dessin ; à 300 ou 350 et à l'aide de l'éclairage oblique, on peut distinguer des lignes qui se croisent de côté et d'autre ; à un grossissement plus fort encore, on voit ces lignes former des hexagones qui circonscrivent des espaces clairs. La *Surirella gemma* nous offre le test-objet le plus délicat : cette diatomée a la forme d'un disque elliptique avec de grosses stries transversales très visibles, qui partent d'un canal central, et se dirigent vers la périphérie. Entre

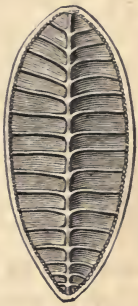


Fig. 56.
Surirella Gemma (grossie 400 fois environ).

Fig. 57. — Une partie de la *Surirella Gemma* (grossissement de 1000 à 1200).

ces lignes transversales, et parallèlement à elles, on aperçoit à un plus fort grossissement des lignes très fines. Si le microscope permet enfin de distinguer des stries très déliées, perpendiculaires aux premières, et constituant ainsi un réseau, on peut être content de l'instrument. La *Grammatophora subtilissima* est aussi un excellent test-objet; sur la carapace siliceuse de cette diatomée, et à l'éclairage oblique, on peut distinguer des lignes transversales[1].

Comment on se sert du Microscope. — Quand on a pour la première fois un microscope entre les

[1] Les test-objets ne sont pas le seul moyen de déterminer le grossissement d'un microscope. Outre le procédé théorique, qu'on n'emploie guère, plusieurs autres méthodes peuvent être mises en usage:

1° *Le procédé de la chambre claire*: On met sur la platine un micromètre divisé en dixièmes de millimètre, et on place sous la chambre claire une échelle en millimètres placée sur papier blanc. Les deux images se superposent, et la coïncidence des divisions donne le grossissement de l'instrument. L'exactitude n'est jamais absolue par ce procédé.

2° *Le procédé du micromètre oculaire*: Les divisions du micromètre oculaire sont des dixièmes de millimètre; l'oculaire grossit 10 fois, de sorte qu'on les voit distantes d'un millimètre. Si l'on place sur la platine un micromètre objectif divisé en centièmes de millimètre, on aura les deux images superposées. Supposons qu'une division du micromètre objectif en recouvre 3 de l'oculaire, c'est que chaque centième de millimètre recouvre 3 millimètres après le grossissement total.

mains, il faut d'abord en étudier le maniement. On observe en premier lieu à tous les grossissements les test-objets qui accompagnent le microscope; cette observation se fait d'abord à la lumière diffuse ou éclatante du jour, à l'éclairage oblique, à la lueur d'une lampe, et l'on acquiert ainsi des notions sur la valeur de l'instrument, sous l'influence des différents moyens d'éclairage. On prend alors des fils de coton, de laine, de soie, des cheveux, des poils de toute espèce, on les examine sur le porte-objet à tous les grossissements, à l'éclairage central ou oblique. On les humecte avec de l'eau et on les examine de nouveau. On répète ces expériences sur des grains d'amidon, et l'on acquiert bien vite ainsi une certaine pratique de l'instrument; on apprécie de même les services qu'il peut rendre.

Avant tout il est important de déterminer l'intensité des rayons lumineux qui convient à l'examen. Les commençants sont très portés à rechercher le grand jour, sans s'inquiéter de la fatigue de leurs yeux. En général, on place un bon microscope à deux ou trois pas d'une fenêtre, même par un ciel couvert. Si le soleil arrive directement, on recule le microscope de quelques pas, et on ne l'expose jamais au grand soleil[1]. On tourne vers la fenêtre la

[1] La lumière solaire directe, réfléchie par le miroir dans l'axe du microscope serait éblouissante, et les contours pâles

platine, c'est-à-dire le côté antérieur du microscope; s'il s'agit de la lumière d'une lampe, on dispose la flamme à un mètre de l'instrument. On visse au corps du microscope un des objectifs à faible grossissement. Cet objectif est situé à peu près à $3^1/_2$ centimètres au-dessus de la platine. On cherche alors la lumière ; pour cela, tout en regardant dans le microscope, on déplace le miroir dans tous les sens, jusqu'à parfait éclairage du champ visuel. On dispose au-dessus du trou de la platine le porte-objet et la préparation sèche et libre, ou humectée et recouverte du couvre-objet. L'œil sur l'oculaire, on abaisse le tube en le faisant glisser, jusqu'à ce qu'on aperçoive une vague image de la préparation. Après cette mise au point grossière, on arrive à la mise au point précise, en élevant ou en abaissant la platine à l'aide de la vis micrométrique : l'image doit devenir nette. Vue tout d'abord à un faible grossissement, on l'examine ensuite à des grossissements plus forts, en employant même l'éclairage oblique. Pour les grossissements les plus élevés, on se sert d'une plaque tournante en guise de diaphragme, à moins qu'on n'ait recours

des objets ne seraient pas perçus par la rétine. Un ciel bleu n'est pas très favorable à l'observation: les nuages gris donnent souvent trop peu de lumière; le mieux est encore l'éclairage par les nuages blancs élevés.

à la lumière oblique. Quant à la mise au point, il faut remarquer que les objectifs faibles doivent être beaucoup plus éloignés de l'objet que les autres: Les forts objectifs touchent souvent la lamelle et leur courte distance focale exige de très minces couvre-objets. Les opticiens livrent pour ces grossissements des lamelles spéciales.

Les jours sombres et le soir, on est obligé de travailler à la lampe. Comme la lumière brillante d'une lampe frappe trop vivement les yeux et qu'en général les images fournies sont d'une observation difficile, on est obligé d'affaiblir cette lumière. On se sert du miroir plan pour éclairer la préparation, si le microscope est muni de cet accessoire, ou bien on éloigne la lampe de 60 centimètres à 1 mètre. On peut encore placer entre le microscope et la lampe un écran de verre bleu ou une plaque de verre dépoli : un morceau de toile enduit de paraffine ou un morceau de papier vélin remplissent le même but. Pour les préparations peu transparentes, on essaie l'éclairage direct à la lampe. Les observations à la lumière polarisée exigent toujours l'éclairage le plus vif possible et peuvent être exécutées à la lumière d'une lampe. Si l'on se sert des plus puissants objectifs, on a toujours, comme on l'a indiqué tout à l'heure, un champ visuel plus sombre.

Les préparations opaques sont éclairées d'en haut, soit par une lentille plan convexe d'une grande distance focale, placée en avant du microscope ou adaptée sur les côtés, soit au moyen d'un prisme. La disposition la plus commode est le *miroir de Lieberkühn*, miroir concave, placé à la partie inférieure de l'objectif; il est très rarement employé.

L'objet qu'on veut étudier ne doit être ni trop gros ni trop épais, mais aussi ténu et aussi mince que possible. S'il s'agit de poussières, il n'en faut pas porter une trop grande quantité sur la platine; pour les liquides, on se contente d'une goutte. Pour examiner la préparation comme on le fait ordinairement, dans l'eau ou dans la glycérine, on prend une goutte de liquide au bout d'une baguette de bois ou de verre, on la porte sur la lame où se trouvent déjà quelques grains de la poussière à examiner, on mélange en agitant avec la baguette. On place le couvre-objet et on porte la préparation sous l'objectif. Les réactifs (ammoniaque, lessives alcalines, acides, eau iodée) doivent être portés de la même façon au moyen d'une baguette de verre; on peut aussi laisser la goutte couler sur le bord de la lamelle et de là se mêler d'elle-même au liquide placé sous le couvre-objet.

Au lieu d'employer l'eau pour baigner la prépa-

ration, on emploie ordinairement la glycérine étendue. (70 parties de glycérine, 15 parties d'alcool à 90 degrés, 15 parties d'eau.) On conserve ce mélange dans un petit flacon fermé par un bouchon de liège, traversé par une baguette de verre. Avec cette baguette on retire le liquide par gouttes pour le porter sur la lame. Ce liquide garde longtemps sa limpidité et ne se déssèche pas. On peut y conserver plusieurs jours la préparation, pour la soumettre plus tard à un nouvel examen.

Fig. 58. Bulles d'Air (grossies) dans un Liquide sur le Porte-objet.

A cause des bulles d'air qui adhèrent au verre et dont on ne peut guère se débarrasser dans une solution aqueuse, on voit se former entre les deux lames, de petites bulles qu'il faut bien se garder de prendre pour des objets microscopiques. On les reconnaît à leur forme aplatie ou sphérique, à leur transparence complète, à leurs bords nettement délimités, partout également larges et obscurs. On retrouve au sein des liquides d'autres objets pleins d'air, présentant

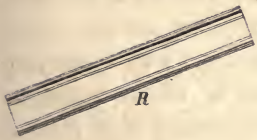


Fig. 59. — Objet tubulaire sous le Microscope.

cet aspect, mais qui ne sont pas des bulles. Il est rare d'avoir des bulles dans la glycérine étendue ou dans un mélange de glycérine et d'alcool. Certaines préparations présentent des portions creuses pleines d'air, circonscrites par un bord obscur nettement délimité, en forme de ruban, et qui offrent des stries claires.

Les parties profondes de la préparation sont souvent très difficiles à distinguer à l'œil nu ; mais il n'en est pas de même au microscope à l'aide des grossissements moyens ou puissants. Dans une image microscopique, nous ne distinguons que le plan de la préparation où se trouve le foyer de l'objectif et non les détails d'un autre plan, ou, si nous les apercevons, ils sont confus et noyés pour ainsi dire. Vient-on à élever ou à abaisser la platine au moyen de la vis micrométrique, ce qui revient à amener le foyer de l'objectif dans un autre plan, on obtient alors l'image de la couche correspondante. Si la préparation se compose d'un mélange d'eau et de substances pulvérisées de densité différente, on peut très bien obtenir trois images distinctes des trois couches superposées. Dans l'image de la couche inférieure on observe les substances plus lourdes que l'eau, dans la couche supérieure celles qui surnagent. C'est là ce qui explique pourquoi l'image microscopique ne donne que la

surface de la préparation et non les couches profondes.

Quand on examine au microscope une préparation baignée par l'eau ou un autre liquide, on y observe certains mouvements. La cause en est dans le travail produit au sein du liquide pour établir l'équilibre ; le but est atteint d'autant plus vite que la table sur laquelle repose le microscope est plus horizontale. Cependant, longtemps après que le liquide s'est mis en équilibre, on observe encore les oscillations de certains corpuscules (*mouvements Browniens, attraction moléculaire*), qui paraissent n'avoir d'autre cause que le rapprochement mutuel des molécules en suspension dans un liquide. Plus loin, un objet en hélice, se mouvant en avant et autour de son axe, offre l'apparence trompeuse d'un mouvement de reptation. On observe ces mouvements dans plusieurs espèces d'algues de la famille des oscillariacées (*Vibrio, Spirochœte, Spirulina, Spirillum*). On signale ces mouvements pour empêcher les observateurs inexpérimentés de les confondre avec les mouvements volontaires de la vie animale ou les mouvements involontaires de corpuscules déjà morts. On reconnaît facilement chez les animalcules microscopiques, les infusoires, les rotifères par exemple, ces mouvements réels (mouvement des cils vibratiles). Jevons leur a donné le nom de *pedesis*.

La rapidité des mouvements augmente en apparence avec la mesure du grossissement. A un grossissement de 500, si un petit objet, un vibrion par exemple, traverse le champ du microscope en une demi-seconde, on est tenté de croire qu'il se meut avec la rapidité d'une flèche, tandis qu'en réalité, il parcourt à peine dans le même temps un millimètre. En apparence, il a parcouru 500 millimètres en une seconde.

Il faut mentionner encore le phénomène connu sous le nom de *mouches volantes*. Il consiste en une apparition de dessins globulaires, moniliformes ou ovales, qui se meuvent dans le champ visuel et le traversent pour en sortir. On attribue ce phénomène à l'œil lui-même, soit aux sécrétions des glandes de Meibomius, soit à de petites granulations sphériques, situées au fond du corps vitré. Il ne faut pas s'inquiéter autrement de ces mouches volantes ; si elles deviennent trop incommodes, on cesse de regarder dans le microscope pendant quelques instants.

Il faut manier avec beaucoup de précautions les dissolutions chimiques, car, mises au contact des parties métalliques de l'instrument, elles pourraient les attaquer et les détériorer. Les acides et les alcalis attaquent facilement le flint-glas de l'objectif. Quand on travaille avec des réactifs, si l'objectif

était atteint, il faudrait le laver immédiatement avec de l'eau pure.

Quand on fait du microscope un usage fréquent, et qu'on ne veut pas l'enfermer et le monter sans cesse, on le place sous une cloche de verre, à un endroit sec, dans une pièce habitée. Le microscope qui a séjourné dans une chambre froide ne peut pas servir immédiatement, les verres de l'objectif et de l'oculaire se couvrant d'humidité.

On doit attendre que la température de l'instrument soit en équilibre avec la température ambiante. Il ne faut pas non plus placer le microscope dans un endroit trop chaud, car le mastic et le baume de Canada qui relient les lentilles en souffriraient. Les pièces où il se produit un dégagement d'hydrogène sulfuré, les laboratoires de chimie par exemple, ne sont nullement propres à recevoir un microscope. Ce gaz attaque et noircit les gaînes de plomb des lentilles, et en général toutes les montures métalliques.

Si les lentilles sont couvertes de poussière, il faut les nettoyer avec un pinceau de poils très délicats. On peut encore frotter doucement avec un vieux linge fin, ou une peau de gant. On ne doit nettoyer le support ni avec des substances en poudre (tripoli craie), qui pourraient érailler le métal, ni avec de l'alcool qui dissoudrait le vernis. L'opération se fait

très bien avec un vieux linge fin, très doux et très sec, ou, si c'est nécessaire, imbibé d'un peu d'eau. On frotte suivant la direction de la couche de vernis, jamais en travers. Quand on ne suit pas ce conseil, le brillant de l'instrument disparaît bien vite.

Il tombe souvent entre les lentilles des grains de poussière et autres corps étrangers qui, grossis, gênent l'observation. On voit très bien ces grains de poussière, quand on regarde à travers un objectif que l'on tient par la partie inférieure (surface plane de la lentille). On dévisse les lentilles et on les nettoie avec un pinceau sec[1]. Si l'on n'a pas de couvercle spécial pour les objectifs, on peut fermer avec un bouchon propre et bien poli.

Il ne faut pas trop fatiguer l'œil en regardant longtemps dans le microscope; il faut se reposer le plus souvent possible, et il est bon d'exercer alternativement chacun des yeux. Il est un peu gênant, tout d'abord, de tenir un œil ouvert, tandis que l'autre regarde dans l'instrument. Un œil sain n'est pas affaibli par l'exercice du microscope; il est simplement fatigué. Si on veut protéger l'œil contre les effets d'une lumière trop éclatante provenant de l'éclairage de l'objet, on se repose plus souvent. L'usage du microscope n'est interdit ni au presbyte

[1] Tous les traités de micrographie recommandent de ne se livrer à cette opération que le moins souvent possible.

ni au myope; ce dernier est même plus apte que tout autre aux travaux histologiques. Cependant les personnes qui souffrent de congestion à la tête ne doivent jamais se laisser entraîner à de longues observations.

Quand on est arrivé à un certain âge, on éprouve de la fatigue et de la lassitude à cause de la position penchée du cou et de la tête. Lorsque le microscope ne peut être incliné, on le place sur une table assez basse, devant laquelle on peut observer tout en restant assis.

Accessoires du Microscope. — Notre cadre restreint ne nous permet pas de donner ici d'explication détaillée sur ce point, à cause du nombre et de la variété des objets. Du reste le commençant se rend maître de la pratique et des détails manuels bien plutôt par l'exercice que par l'enseignement théorique des livres.

Les liquides ont rarement besoin de préparation. — On fait des coupes fines sur les objets trop gros; il s'agit ici de rendre visible à l'œil la structure anatomique des corps. Si l'objet n'est pas suffisamment transparent, il ne peut être observé au microscope. Les rayons lumineux doivent nécessairement arriver jusqu'à l'œil de l'observateur.

Pour peu que les corps à examiner soient durs

et résistants, on les ramollit dans l'eau chaude, l'alcool, la glycérine ou les acides étendus. On fait alors des coupes très minces, et on se sert à cette fin de couteaux doubles (de *Valentin*, *Gerbert*, *Harting*). Pour l'usage ordinaire on a deux scalpels bien affilés : l'un à lame épaisse, l'autre à lame mince[1]. Au besoin un rasoir remplirait le même office. Des aiguilles spéciales sont aussi nécessaires : ce sont des aiguilles en acier montées sur une tige. Il faut avoir encore à sa disposition une paire de ciseaux courbes, une pince et des pinceaux de grandeur différente. Pour pratiquer

Fig. 60. Couteau double de Valentin.

Fig. 61. Scalpel (1/2 grandeur).

[1] Lorsqu'on fait usage du microscope pour l'étude, le plus simple et le plus commode est de se servir d'un rasoir ordinaire bien affilé que l'on manie avec la main et qui

des coupes minces sur des corps durs, on se sert d'un ressort de montre en guise de scie.

Le couteau avec lequel on veut faire de minces coupes sur un corps mou est à cet effet humecté d'eau. On prend au bout d'une aiguille la coupe qui adhère à la lame du scalpel; on peut même l'entraîner avec un pinceau, quand elle est très délicate. On dispose la préparation sur le porte-objet. Quand on ne veut pas étudier la structure d'un corps, s'il s'agit de rechercher des trichines dans l'intérieur des fibres de la viande par

Fig. 62. Aiguille.

permet de faire des coupes dans tous les sens. Si l'on veut faire des coupes comparatives, ou photographier les préparations obtenues par exemple, il faut que la coupe ait partout la même épaisseur. Dans ce cas le rasoir est adapté à divers instruments dont la description nous entraînerait trop loin, et qui portent le nom de *microtomes*. L'objet est poussé sur la route du rasoir par une vis à spire très serrée, ce qui permet de faire des coupes aussi fines qu'on le veut. Ces microtomes ont été variés à l'infini depuis les plus simples jusqu'aux plus compliqués. Les microtomes servent encore pour les corps trop durs ou pour ceux qu'on ne peut tenir à la main (poils, cheveux, etc.). Dans ce dernier cas, les objets sont enveloppés au préalable dans des cylindres de gomme, de paraffine ou de moëlle de sureau.

exemple, on fait des coupes bien plus facilement avec des ciseaux courbes, on porte sur la lame, et on dissocie les fibres à l'aide de l'aiguille. Pour avoir un point d'appui, on se sert d'un morceau de bois bien poli, d'un bouchon de liège ou d'un fragment d'os. Pour nettoyer la préparation et enlever les particules ténues qui la souillent (grains de sel, de farine, de graisse ou de résine), on se sert d'un pinceau fin

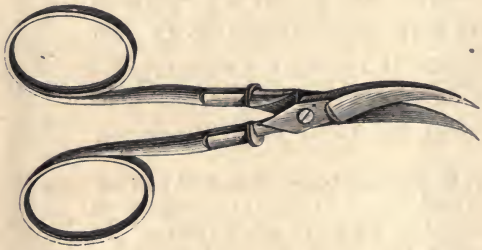


Fig. 63. — Ciseaux courbes.

imbibé d'eau, d'alcool ou d'éther. Quand les liquides débordent du couvre-objet, on les enlève au moyen d'une pipette ou d'un morceau de papier buvard. Si les corps sont trop petits pour qu'on puisse en faire des coupes, on les mélange avec une dissolution de mi-partie d'eau, mi-partie de gomme arabique en poudre fine, et on laisse sécher la masse. On peut encore les coller avec de la gomme à des objets très ténus eux-mêmes (cheveux, soies) et

attacher le tout sur un morceau de bois. On enlève la gomme qui adhère à la coupe en lavant à l'eau. Quant aux particules végétales ou animales, on les dessèche jusqu'à un certain point, on en fait des coupes, et on les ramollit sous l'eau.

Si on veut durcir pour la coupe un corps trop mou, on le plonge d'abord dans l'alcool étendu, puis dans l'alcool fort; on peut aussi employer l'acide chromique en solution étendue, l'acétate de potassium, le chlorure de calcium.

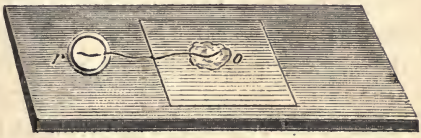


Fig. 64.

On ramollit au contraire les parties végétales trop dures en les faisant bouillir dans l'eau ou dans une solution faible et filtrée de soude ou de potasse.

Veut-on observer l'effet que les agents chimiques exercent sur la préparation, on porte ordinairement, à l'aide d'une baguette de verre, le réactif au bord du couvre-objet; le liquide pénètre ainsi par capillarité entre les deux lames. Si le réactif ne doit agir que lentement sur la préparation, on réunit une goutte de la solution à la préparation, au moyen d'un fil de laine ou de coton (*r*, fig. 64).

Pour colorer les préparations, on emploie très bien les solutions alcooliques des différentes couleurs d'aniline. On peut aussi employer la glycérine étendue comme dissolvant, pour le bleu de carmin par exemple ; on se sert des solutions de bleu de Prusse dans l'acide oxalique, du carminate d'ammoniaque, de la teinture de bois de santal, additionnés de glycérine alcoolique[1].

Lorsqu'un objet a été convenablement préparé pour l'observation, on le recouvre de la lamelle. La préparation est ainsi à l'abri des chocs extérieurs, les liquides ne peuvent pas s'évaporer et, condition principale, toute la préparation se trouve dans un même plan. La pression que l'on fait subir à la lamelle dépend de la résistance naturelle de l'objet. Les dispositions en usage pour obtenir une pression constante ont déjà été données (page 40). On a recours à ces appareils quand la pression exercée par le pouce et l'index ne suffit pas. En maintes circonstances, il faut presser sur les liquides et les substances pulpeuses, en faisant glisser doucement

[1] On emploie, dans les laboratoires d'histologie, un grand nombre de réactifs dont nous ne pouvons ici donner la liste complète. Nous citerons cependant: l'hématoxyline, le picro-carminate d'ammoniaque (Ranvier), l'acide acétique, l'eau iodée, le nitrate d'argent, la glycérine, l'alcool, le chlorure de zinc iodé (réactif de la cellulose), etc., etc.

Nous renvoyons pour l'étude complète de ces réactifs aux traités techniques d'histologie.

de côté et d'autre la lamelle sur la préparation. On obtient ainsi une couche liquide d'égale épaisseur, on multiplie les points d'adhérence entre les deux lames et on arrête les mouvements amiboïdes. Quand on observe des êtres vivants de faibles dimensions, (infusoires, algues), on place un morceau de papier ou un fil de soie entre les deux lames, pour ne pas exagérer la pression subie par l'objet; c'est aussi ce qu'il faut éviter, quand on observe les mouvements des liquides dans les parties molles d'une plante. (Chevelu des racines de l'*Hydrocharis morsus ranæ*, poils de l'*Urtica urens*, etc., etc.)

Les objets minces et transparents que la lumière ne traverse pas assez, seront rendus plus visibles par la coloration artificielle. Suivant leur structure, on emploie des solutions aqueuses étendues d'iode, d'acide chromique, de chlorure ferrique. Pour préparer la solution d'iode, on mélange 1 à 2 gouttes de teinture d'iode avec 150 gouttes d'eau environ, ou 150 gouttes du mélange indiqué plus haut et composé de : glycérine pure, 70; alcool, 15; eau, 15. Pour obtenir une coloration plus intense, on mélange de 2 à 4 gouttes de teinture d'iode avec 50 gouttes d'eau et 50 gouttes d'alcool. Pour mieux étudier la structure des objets délicats et transparents, on fait macérer la préparation dans la solution de matière colorante d'après le procédé indiqué précédemment.

Conservation des Préparations. — Il est d'un très haut intérêt pour le micrographe de conserver les préparations dans leur état naturel. Les précautions diffèrent, suivant la nature de l'objet à étudier, suivant l'expérience de l'opérateur. On ne peut donner que quelques éclaircissements généraux.

Bon nombre de préparations (précipités chimiques, carapaces siliceuses, cheveux, écailles de poisson ou d'insectes, fils de tissus, etc.) doivent être conservées sèches. On place sur l'objet une mince lame, que l'on fixe sur le porte-objet avec un morceau de papier coloré, troué au milieu pour montrer la préparation. On se sert aussi, pour recouvrir les deux lamelles, d'une solution concentrée de gomme arabique. Pour les faire adhérer plus complètement, on les presse l'une contre l'autre. Sur le papier, on écrit le nom de l'objet.

Quant aux détritus organiques assez humides pour donner lieu à la formation de moisissures, on les recouvre d'une goutte d'un liquide contenant 1 partie de térébenthine de Venise et 100 parties de térébenthine de Bordeaux. Quand la goutte s'est desséchée dans un endroit à l'abri de la poussière, on place le couvre-objet et on colle. Beaucoup de préparations qui sont toujours saturées d'humidité doivent être conservées dans un liquide qui, semblable aux liquides normaux, n'exerce aucune action

dissolvante et ne facilite pas la formation de moisissures. On emploie un liquide composé d'un peu d'acide phénique et d'une solution filtrée de chlorure de calcium dans de la glycérine, étendue de 5 ou 6 fois son poids d'eau. On peut encore se servir d'une solution de 1 partie de colle transparente dans 2 parties d'acide acétique étendu. Cette conservation au chlorure de calcium convient à la plupart des corps organisés (infusoires, mites, vers, substance cellulaire, cerveau, moelle, poils, écailles, etc.) et de plus à un grand nombre de substances végétales. Il ne faut cependant pas oublier que cette solution gonfle les grains de fécule et les rend plus transparents. Si l'on veut qu'ils gardent leur forme naturelle, on ne doit pas se servir de chlorure de calcium, mais de glycérine étendue (1er mélange).

Parmi les liquides destinés aux corps organisés qui subissent facilement la putréfaction, et qui demandent à être conservés humides, on peut citer les mélanges suivants :

I		II	
Glycérine	70	Glycérine	100
Alcool	15	Alcool	50
Eau distillée	15	Eau distillée	50
		Acide phénique	3

III		IV	
Glycérine	100	Glycérine	50
Eau distillée	80	Chlor. de calcium	20
Sublimé corrosif	1	Eau distillée	100
		Alcool	30

V		VI	
Glycérine	100	Glycérine	100
Chlor. de sodium	10	Eau distillée	100
Acétate d'alumine	5	Acide chlorhydrique	5
Eau distillée	50	Sublimé corrosif	1

Il faut ensuite clarifier ces divers mélanges en filtrant, laissant déposer en vase clos et décantant.

On laisse la préparation macérer plusieurs heures, plus longtemps même si c'est nécessaire, jusqu'à ce qu'elle soit imbibée. On la porte sur la platine, on y ajoute une goutte du mélange, additionné de la moitié de son poids d'alcool. On répète cette opération après l'évaporation du liquide, jusqu'à ce que la préparation paraisse suffisamment humectée. Les substances animales qui se putréfient facilement exigent le mélange II, par exemple ; les globules du sang, le mélange III ; les corps organisés colorés, le mélange V ; les animaux microscopiques, les algues, le mélange IV ; la plupart des préparations végétales, les mélanges II et IV ; les grains de fécule, le mélange I.

On ne doit pas employer la coloration par l'acide chromique en même temps que les mélanges précédents[1] ; au contraire, l'acide chromique s'accommode très bien de la solution aqueuse de chlorure de calcium. Pour colorer les grains de fécule, on se sert

[1] En présence des composés organiques qui entrent dans les mélanges précités, l'acide chromique, oxydant très énergique, serait immédiatement réduit.

de l'eau iodée ou d'une solution iodurée contenant 2 parties d'iode, 3 parties d'iodure de potassium, 70 parties de glycérine, 15 parties d'eau, 15 parties d'alcool.

Les liquides et les mélanges conservateurs pour les préparations microscopiques sont pour la plupart assez connus : *Dane* recommande un mélange de 4 parties de glycérine, 2 parties d'eau distillée, 1 partie de gélatine ; *Beale*, un mélange de glycérine et de colle (chauffer le mélange avant de s'en servir). *Farrants* emploie parties égales de gomme arabique de glycérine et d'une solution aqueuse saturée d'acide arsénieux. On prépare le liquide de *Goadby* (*conserving liquor*) avec : chlorure de sodium, 60 grammes ; alun, 30 ; sublimé corrosif, 0,13 ; eau distillée bouillie, 1300 ; on filtre : (excellente préparation). *Pacini* emploie deux liquides, le premier se compose de : sublimé corrosif, 1 partie ; chlorure de sodium pur, 2 ; glycérine, 13 ; eau distillée 113 ; et le second de : sublimé corrosif, 1 ; acide acétique, 2 ; glycérine, 43 ; eau distillée, 215.

En outre, on conserve les préparations sèches (fragments d'insectes, spores, pollen) dans le baume de Canada, sorte de térébenthine que l'on peut remplacer par de la térébenthine de Venise limpide. Si cette matière est trop épaisse, on l'étend avec de l'essence de térébenthine jusqu'à consistance convenable.

La coloration des préparations est avantageuse à plusieurs points de vue; la matière colorante fait en effet ressortir les détails avec bien plus d'énergie. Les matières colorantes les plus employées sont : le carmin d'indigo en solution aqueuse, la rosaniline, la teinture de bois de Campêche. On dissout une partie de carmin d'indigo dans 100 parties d'eau distillée et 8 d'alcool, une partie de rosaniline dans un mélange de 100 parties d'alcool et de 100 parties d'eau. La teinture de bois de Campêche est préparée en faisant macérer 20 parties de bois de Campêche concassé dans 20 parties d'alcool et 30 d'eau. Chacune de ces solutions doit être filtrée au papier.

3 à 5 parties de ces solutions sont mélangées à 100 parties de l'un des 6 liquides conservateurs formulés plus haut. Avec le dernier mélange, on peut ramollir la préparation pour la porter sous la lamelle dans le liquide incolore. Pour colorer en noir le contour des objets, on humecte la préparation avec une solution de nitrate d'argent, (1 partie de nitrate d'argent pour 30 d'eau distillée). Après une demi-heure à une heure de contact, on lave à l'eau distillée et on porte la préparation sous le couvre-objet avec les liquides I ou II. Les liquides III et IV ne doivent pas être employés ici [1].

[1] La présence de l'acide chlorhydrique ou des différents chlorures contenus dans les quatre derniers mélanges, interdit l'emploi simultané d'une solution argentique.

Voici comment on place le couvre-objet sur la préparation : avec une pince à ressort, on saisit la lamelle sèche et propre par un des coins, on l'enduit sur un espace de 2 à 3 millimètres à partir du bord et sur la face qui regarde l'objet avec un des vernis dont nous parlerons plus bas. On place ensuite le couvre-objet sur la préparation recouverte de la liqueur conservatrice, on saisit les deux lames entre le pouce et l'index de la main gauche sans les presser, on dessèche avec du papier buvard les bords du couvre-objet ainsi que les parties voisines ; on étend ensuite au moyen d'un pinceau tout autour du bord externe des couvre-objets, une large couche du vernis I ou II, de façon à ce que le vernis soit moitié sur la lame et moitié sur la lamelle. Dès que la première couche est sèche, on en étend une seconde. Au bout de quelques heures, on en dispose une troisième. Enfin on en étend une dernière avec le vernis nº III. A chaque nouvelle couche, on dépasse de la largeur d'un fil la limite de la couche sèche. En maintes circonstances il est possible de placer l'objet dans un vernis agglutinatif, dont la transparence est particulièrement avantageuse. Il s'étend beaucoup plus loin dans l'intervalle des deux lamelles, et s'il déborde par pression, il se dessèche et se durcit bien vite. Le bord lui-même de la lamelle est recouvert d'un vernis analogue, auquel on a ajouté du noir, du

vert ou du jaune de chrome, etc., etc. Cette composition se dessèche complètement ; on peut également

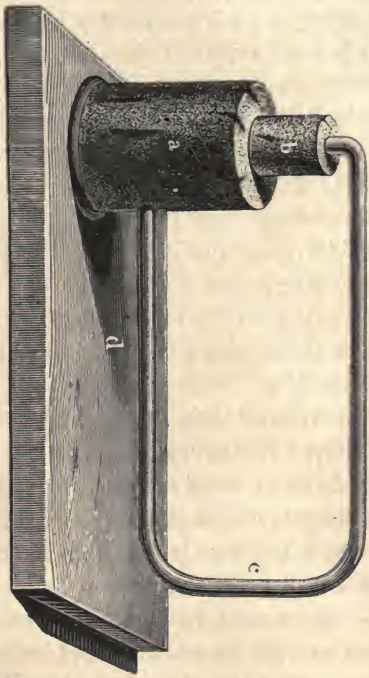


Fig. 65. — Porte-lame (1/3 de grandeur).

employer le vernis nº III, ou mieux encore le vernis universel (IV).

Pour disposer certaines préparations, il est très

incommode de les tenir entre les doigts. Il vaut mieux se servir d'un *porte-lame*. On peut en avoir quelques-uns que l'on fixe au moyen de la cire à cacheter sur une planchette de 8 centimètres environ. Un porte-lame se compose de deux bouchons (*a* et *b*, fig. 65), pressés l'un contre l'autre par un fil de laiton à deux branches. Le bouchon *a* est fixé par de la cire à la planchette *d*. On pratique les trous au moyen d'une aiguille rougie au feu. Le fil traverse le bouchon *a* dans toute sa largeur, tandis qu'il ne pénètre que les 2/3 du bouchon *b* ; on choisit celui-ci d'après la grandeur des couvre-objets, et on a soin de le creuser sur la face qui regarde le bouchon *a*; de cette façon, le bord du bouchon appuie seul sur le couvre-objet, le milieu ne supportant qu'une faible pression. Cette disposition est facile à réaliser, tout le monde peut s'en assurer par expérience.

En élevant légèrement le bouchon *b*, on fait glisser la préparation et on peut alors la recouvrir de vernis, etc.

Colle liquide. — On délaie 10 parties de colle transparente dans 10 parties d'eau bouillie et chaude encore avec 10 ou 12 parties d'acide acétique concentré, on ajoute quelques gouttes d'acide phénique. Si la masse se prend par refroidissement, on la liquéfie par la chaleur, ou bien on ajoute une ou

deux parties d'acide acétique jusqu'à ce que le mélange ne se solidifie plus. La colle la plus transparente et la plus avantageuse n'est autre que la gélatine.

Vernis noir I. — On prend une partie d'huile de lin, 10 parties de succin (*Colophonium succini*), on liquéfie dans une capsule de porcelaine ou de terre, on retire du feu ou de la lampe et on laisse refroidir. Quand on retire le mélange du feu, on y ajoute peu à peu, en agitant avec une spatule de fer, 15 parties d'essence de térébenthine et 10 parties de benzine. Au bout d'une heure, quand le tout est suffisamment refroidi, on porte la masse dans un flacon bien sec où se trouvent déjà 10 parties d'asphalte purifiée et broyée. Bouchez, mettez de côté quelques jours en agitant souvent. Si le vernis est trop épais, on l'étend d'un peu d'essence de térébenthine; on peut avoir aussi recours au vernis dur ordinaire.

Vernis blanc II. — Mastic, 10 parties; résine de Dammar, 4 parties; sandaraque, 4 parties; broyez ensemble. Prenez ensuite: térébenthine de Venise, 1 partie; térébenthine de Bordeaux, 20 parties; benzine, 10 parties; on mélange dans un flacon que l'on agite souvent pendant quelques jours, on bouche soigneusement et on met la masse de côté à la fin de l'opération. Quand le vernis à été filtré ou bien fondu, on en broie une partie avec du blanc de

céruse pour l'usage immédiat; l'autre partie est conservée telle quelle. Ce vernis a beaucoup de brillant, il est, de plus, très tendre. S'il est trop fluide, on doit laisser le vase qui le contient pendant tout un jour à l'air libre.

Vernis brillant III. — Sandaraque, 12 parties; mastic, 6 parties; on broie le tout ensemble, puis on agite dans un flacon sec. On ajoute alors 2 parties de copahu, 3 parties de térébenthine de Venise, 2 parties de térébenthine de Bordeaux, 36 parties d'alcool absolu. On met à part le flacon bien bouché, on agite de temps en temps et on laisse reposer quelques semaines. Pour vernir les montures métalliques du microscope, on ajoute à ce vernis 2 parties de sang-dragon et 45 parties d'alcool absolu.

Vernis universel IV. — 15 parties de bon vernis brillant, 3 parties de mastic, 90 parties d'alcool absolu du commerce. On mélange dans un flacon, on bouche, on agite de temps en temps. Après un repos de plusieurs jours, on coule le vernis. Si on prend du vernis brillant, blanc, il est nécessaire, pour avoir du vernis incolore, d'ajouter 1 partie de térébenthine de Venise.

DEUXIÈME PARTIE

APPLICATIONS

DU

MICROSCOPE

DEUXIÈME PARTIE[1]

APPLICATIONS

Objets microscopiques. — Pour arriver à connaître les objets soit du règne animal, soit du règne végétal, il est surtout nécessaire de bien connaître la *cellule;* aussi quelques mots sur sa constitution et sa vie doivent-ils ici trouver place.

La Cellule. — La cellule est l'élément de la vie, et c'est toujours d'elle que tout organisme de l'un et de l'autre règne tire son origine. Toute cellule est une unité vitale, et chaque corps organisé se compose d'autant d'unités vitales qu'il contient de cellules; leur action simultanée constitue la vie de l'ensemble. La vie de l'animal ou du végétal est donc la somme des manifestations de la vie de toutes les cellules qui le constituent. Toute cellule vivante tend

[1] M. Hager a pris un peu partout les sujets traités dans cette 2e partie.

Ils sont destinés à exercer le commençant à l'usage du microscope, et à lui faciliter ainsi des recherches personnelles ultérieures. Nous avons cru devoir suivre l'original sans modifier l'ordre des matières; nous avons conservé ses vignettes, en y ajoutant une série, tirée de l'ouvrage de Vogl et Focillon, sur les *Aliments* (J. Rothschild, éditeur, Paris, 1876.)

à s'accroître, à se conserver, à se reproduire. Elle est donc à la fois un organe de végétation et de reproduction.

Schleiden le premier découvrit la cellule comme élément fondamental de la plante; le premier, il montra le développement des enveloppes cellulaires autour des parties génératrices; le premier aussi, il décrivit les formes, les groupements divers des cellules, leur transformation en fibres et en

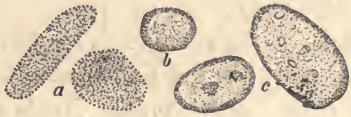


Fig. 66 à 70. — *a* deux Cellules protoplasmiques; *b* Cellules dont la Couche externe s'est épaissie; *c* deux Cellules dont le Contenu renferme des Noyaux en Voie de Développement.

vaisseaux. La cellule, étudiée jusqu'alors chez les plantes, était considérée comme propre au règne végétal. *Henle*, en 1837, prouva qu'elle était l'élément vital de toute la nature organisée, et reconnut que l'épiderme de l'homme se composait de cellules se développant d'elles-mêmes sans l'intervention des vaisseaux sanguins. Enfin *Schwann* démontra pleinement en 1839 que les animaux et les végétaux trouvent dans la cellule une base commune de structure et de développement.

La cellule végétale est une vésicule formée au début par une masse protoplasmique; c'est une matière plastique qui se recouvre d'une membrane de cellulose et qui présente le plus souvent à l'intérieur des commencements de cellules-filles et petites-filles, c'est-à-dire des nucléus et des nucléoles. L'enveloppe de la cellule vivante en voie de développement est tantôt plus ou moins liquide,

Fig. 71 à 75. — *a* Cellule recouverte d'une Membrane; *b* deux Cellules avec Noyaux (on commence à apercevoir des Cellules filles); *c* deux Cellules dépendant l'une de l'autre; *nn* Gouttelettes de Protoplasma; *d* Cellule avec des Grains de Fécule.

tantôt solide. Dans la cellule végétale, entourée d'une membrane, se trouve une couche épaisse souvent durcie de plasma (*sac primordial*).

Dans le liquide que circonscrit ce *sac primordial* se trouvent un ou plusieurs *noyaux*. Les mouvements du protoplasma, les courants dont-il est le siège, le font classer parmi les corps organisés. Quand ces derniers sont morts ou desséchés, il n'est plus question naturellement de la cellule vivante,

mais seulement de la cellule morte, sèche et plus ou moins solide.

La membrane et le noyau de la cellule animale sont constitués par des substances albuminoïdes; mais ces substances ne sont pas identiques, car la membrane se dissout facilement dans les acides dilués (l'acide acétique étendu par exemple), tandis que le noyau n'est pas attaqué. L'intérieur des cellules renferme des substances albuminoïdes, fluides, épaisses ou solides. Les modifications de l'albumine dans les cellules portent des noms différents : *syntonine* dans le muscle; *globuline* dans les globules rouges ; *mucine* dans les glandes muqueuses; *caséïne* dans les glandes de la mamelle, etc.

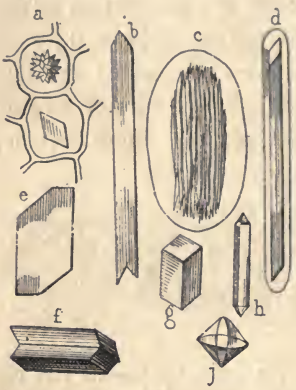


Fig. 76 à 84. — Différentes formes cristallines de l'oxalate de chaux.
c Cellule à Raphides de la Salsepareille; *a* deux Cellules contiguës de la Cascarille, l'une avec un groupe de Cristaux, l'autre avec un Cristal rhomboïdal; *d* de la Racine de Violette; *b* de l'écorce du Savonnier; *e* de l'écorce du Chêne; *g* de l'écorce de l'Érable; *f* de l'écorce du Balsamier de Gilléad; *hj* du Liseron des Champs.

L'élément fondamental du contenu cellulaire est

l'eau. Viennent ensuite des gouttelettes graisseuses, des corpuscules de nature minérale, des pigments (*hématine, hémoglobine, mélanine, etc.*).

La cellule végétale se rapproche dans sa structure intime de la cellule animale, et ce n'est qu'en vieillissant qu'elle s'entoure de la membrane cellulosique dont on a parlé plus haut. L'enveloppe externe ne contient donc pas d'azote ; elle est colorée en bleu par l'iode et l'acide sulfurique, tandis que la même enveloppe chez les cellules animales est colorée en jaune ou en brun par ces réactifs.

Farine. — Fécules. — *Farine.* — On reconnaît une farine à la forme des grains de fécule contenues dans les cellules de la graine. C'est ici que trouvent place les figures détaillées des pages 100 et suivantes. Il ne faut pas oublier pourtant que la trituration des graines de céréales, tant sur l'aire qu'au moulin, n'est ordinairement pas très soignée, et que dans la farine de blé il se trouve toujours quelques grains de farine de seigle, d'orge, d'avoine, etc., et réciproquement. Quand on veut constater une falsification ou une substitution de farine, il faut prendre en considération le nombre proportionnel des grains de l'échantillon. Si la recherche ne porte pas sur des matières féculentes étrangères à la farine, on additionne la farine d'une solution

iodée (voir page 84); cette solution colore en bleu ou en violet la fécule, mais ne donne ordinairement aux matières étrangères que la couleur de la solution elle-même. Cette réaction s'applique aussi aux débris facilement reconnaissables des tissus de céréales.

Fécules. — Dans le commerce, les fécules courantes sont : la fécule de froment ou fécule proprement dite, les fécules de pomme de terre, de maïs

Fig. 85.

Fig. 86.

Grains de Fécule de Pomme de Terre.
Grossis. 200 fois. *v* Hile ou Vacuole. Grossis. 350.

et aussi celles de riz, entrées plus récemment en circulation. Les falsifications de la fécule de froment consistent dans l'addition de fécule de pomme de terre et quelquefois aussi de matières minérales blanches, dont les particules, examinées au microscope, ne sont pas colorées en bleu par l'eau iodée, et, cristallines ou amorphes, n'ont aucun rapport de forme avec les grains de fécule.

On falsifie surtout la fécule de pomme de terre

avec des substances minérales, auxquelles les remarques précédentes sont applicables.

Le grain de fécule, sécrété par la cellule, se compose de couches concentriques plus ou moins reconnaissables au microscope. Le développement se fait de dedans en dehors, et le grain se nourrit par une cavité en entonnoir, nommée *noyau*, *hile* ou *vacuole*[1]. Ces détails de structure apparaissent bien plus nettement quand on se sert de l'eau iodée (1 partie de teinture d'iode et 60 parties d'eau) ou de la solution iodée, après avoir fait gonfler le grain dans l'eau chaude ou l'alcool.

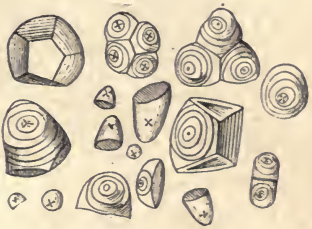


Fig. 87.
Grains de Fécule de la Patate.
Grossiss. 200.

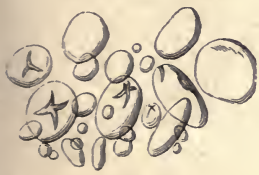


Fig. 88.
Grains de Fécule de Seigle.
Grossiss. 200 fois.

[1] Pour ne pas entrer en discussion sur un sujet controversé, nous laissons à l'auteur la responsabilité de cette opinion.

Les grains de fécule de pomme de terre sont de

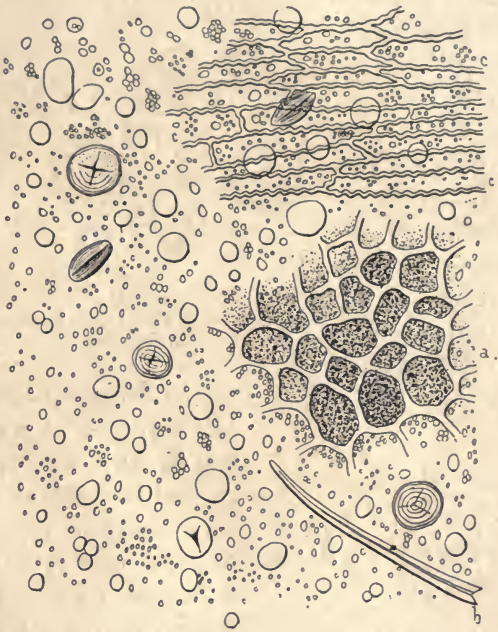


Fig. 89. — Éléments organiques de la Farine du Seigle.
c **Partie de la Portion moyenne (ou Mésocarpe) des Téguments du Fruit; *b* Poil; *a* Fragment de la Couche à Gluten. Partout sont répandus de gros et de petits Granules d'Amidon; Grossissement 140.**

dimension variable, arrondis ou plus ou moins piriformes. La disposition concentrique des couches

est facilement reconnaissable aux lignes délicates

Fig. 90. — Fécule de Froment. Grossie 250 ou 300 fois.

qui enveloppent un ou deux hiles placés ordinairement à l'extrémité.

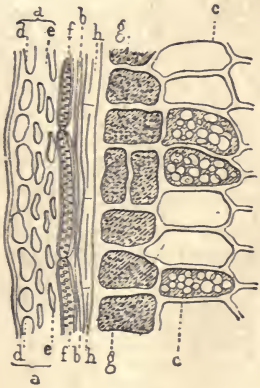


Fig. 91.
Portion d'une Coupe transversale du Grain de Froment.
a a Péricarpe; *b b* Épisperme; *c c* Albumen; *d d* Épiderme; *e e* Couche intermédiaire; *f f* Couche de Cellules transversales; *h h* Couche cellulaire hyaline; *g g* Couche à Gluten. Grossissement 90 diamètres.

Les grains de fécule du seigle sont de grosseurs différentes, ovales ou ronds. Les plus gros offrent

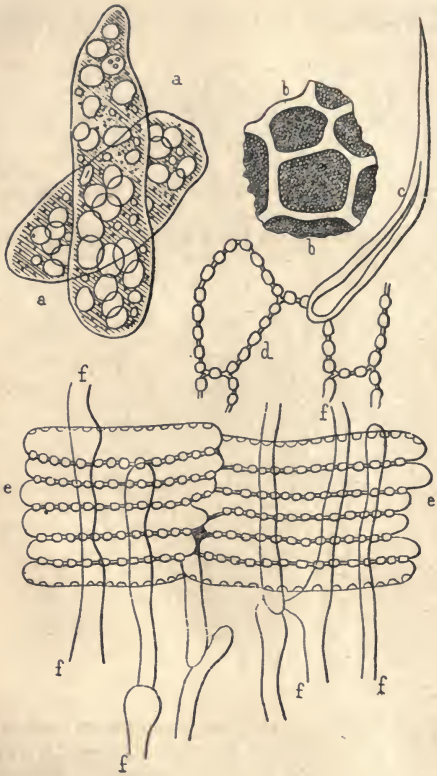


Fig. 92. — Tissus élémentaires de la Farine de Froment. *ee* Endocarpe ou Couche de Cellules transversales; *ff* Tubes situés à sa Face interne; *bb* Cellules à Gluten; *c* Poil; *d* Cellule épidermique de l'Épicarpe; *aa* Cellules de l'Albumen remplies d'Amidon. Grossissement 140 diamètres.

souvent un noyau strié de 1 à 4 lignes, en forme de croix. Diamètre maximum, 0mm,040 à 0mm,055.

Dans le grain de fécule du blé le noyau est très

Fig. 93.
Grains de Fécule d'Orge.
300 fois grossies. 500 fois grossies.

vague. A un grossissement de 200, il se présente sous la forme d'une fossette punctiforme. Les noyaux, de taille diverse, sont arrondis ou légèrement

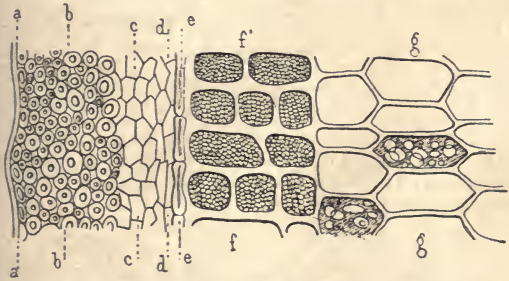


Fig. 94. — Fragment d'une Coupe transversale du Grain d'Orge.
aa Épiderme de la Paillette; *bb* Couche fibreuse; *cc* Parenchyme à minces Cloisons cellulaires; *dd* Couche de Cellules transversales; *ee* Couches de Cellules hyalines; *ff* Couche à Gluten; *gg* Albumen.

allongés, mais d'ordinaire un peu plus petits que dans la farine du seigle. Diamètre maximum, 0mm,035 à 0mm,040.

Les grains de fécule d'orge sont le plus souvent moins arrondis et quelques-uns montrent des stries

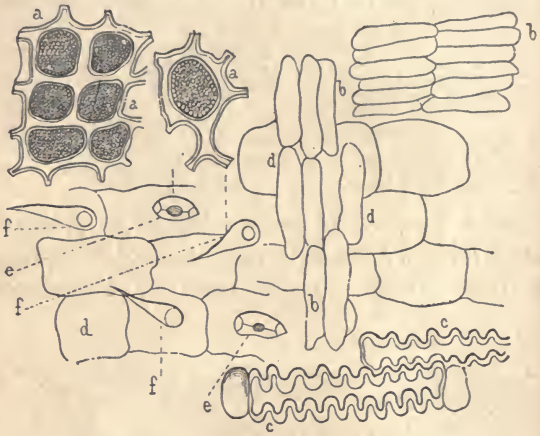


Fig. 95. — Éléments organiques de la Farine d'Orge.
cc Cellules épidermiques de la Balle vue de Face; *dd* Cellules du Parenchyme; *bb* Cellules transversales; *ee* Stomates; *f* Poil; *aa* Cellules à Gluten.

Fig. 96 et 97. — Grains de Fécule d'Avoine.
Gross. 200 fois. Gross. 400 fois. Grains agglomérés.

transversales ou longitudinales, d'autres encore sont de forme allongée. Diamètre maximum, 0mm,023 à 0mm,026.

Fig. 98. — Grains de Fécule de Sarrasin.
Gross. 200 fois. Gross. 400 fois.

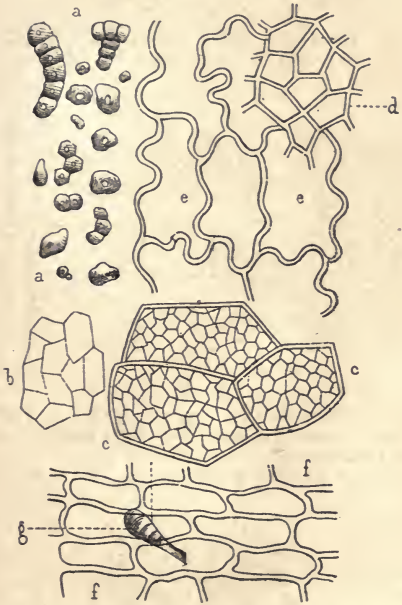


Fig. 99. — Éléments organiques de la Farine de Sarrasin.
aa Fécule (grossissement 220 diamètres); *b* Tissu de l'Embryon; *cc* Cellules de l'Albumen ou Endosperme, bourrées de Grains de Fécule; *ee* Épiderme de la Graine; *d* Couche à Gluten; *f* Épiderme de la Coque du Fruit avec une Spore de Champignon *g*.

Les grains de fécule d'avoine ressemblent à des pépins de pomme ; quelques-uns sont piriformes.

Fig. 100. — Grains de Fécule de Maïs.
Gross. 200 fois. Gross. 400 fois.

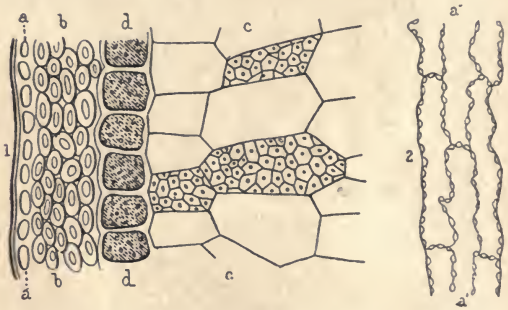


Fig. 101. — 1. Fragment d'une Coupe transversale de Grain de Maïs. *aa* Épiderme; *bb* Couche moyenne de Cellules fibreuses; *dd* Couche à Gluten; *cc* Albumen.
2. *a'a'* Épiderme de Grain de Maïs vu de face.

Fig. 102. — Fécule de Riz. Grains réunis et isolés.

Ils sont rarement arrondis. Diamètre des grains, 0mm,004 à 0mm,005. La fécule d'avoine renferme des

grains simples ou composés. Ceux-ci ont un dia-

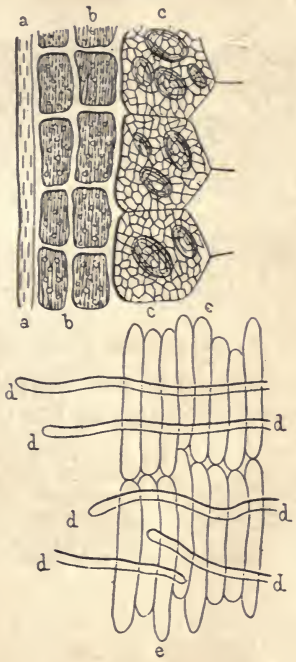


Fig. 103. — Fig. supérieure: Fragment d'une Coupe transversale de Grain de Riz.
aa Téguments du Grain; *bb* Couche à Gluten; *cc* Albumen.
Fig. inférieure: Fragment de la Couche à Cellules transversales du même *ee*; avec les Tubes *dd*.

mètre de 0mm,020 à 0mm,045.

Les grains de fécule du blé sarrasin sont petits et polygonaux. Diamètre, 0mm,015 à 0mm,023.

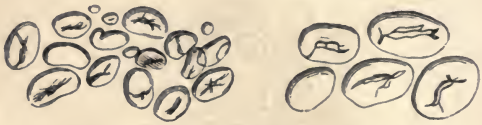


Fig. 104 et 105. — Grains de Fécule de Fève.
Gross. 200. Gross. 400.

Fig. 106. — Grains de Fécule de Pois. Gross. 200.

Les grains de fécule du maïs sont petits, polygonaux, à angles arrondis avec un hile très net, strié

Fig. 107. — Grains de Fécule de Lentille. Gross. 200.

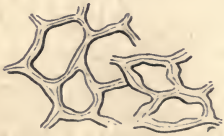


Fig. 108. — Parenchyme de Légumineuse. Gross. environ 100.

ou enfoncé profondément. Diamètre, 0mm,013 à 0mm,023.

Les grains de fécule de riz sont très petits, polygonaux, à angles accusés; quelquefois en masse ar-

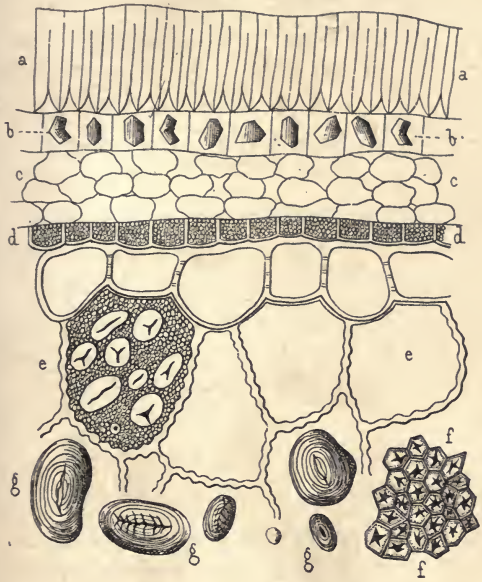


Fig. 109. — Fragment d'une Coupe transversale du Haricot. *aa* Épisperme; *bb* Couche de Cellules à Cristaux intérieurs; *cc* Parenchyme à Parois minces; *dd* Couche à Gluten; *ee* Tissu des cotylédons, chaque Cellule est remplie de Fécule et de Substance protéïque; Grossissement 140 diamètres; *ff* Épiderme de la Graine de l'Enveloppe vu de Face; *gg* Grains de Fécule du Haricot. Gross. 220.

rondie compacte. Diamètre, $0^{mm},006$ à $0^{mm},007$.

Les grains de fécule des légumineuses sont sou-

vent ovales ou réniformes, quelquefois sphériques.

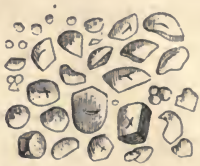


Fig. 110. — Fécule du *Pachyrhizus angulatus*.
Grossissement 220 diamètres.

Fig. 111. — Grains de Gluten.
Gross. 100. Gross. 600.

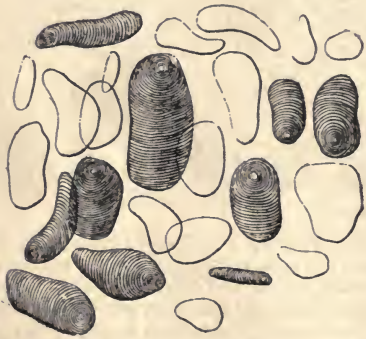


Fig. 112. — Fécule de Bananier. Grossissement 220 diamètres.

La plupart présentent une fente ou hile allongé ou étoilé. A côté des grains de fécule on trouve dans

la farine, particulièrement dans la farine des légumineuses, des grains de gluten : ce sont de très petits corps, visibles à un grossissement de 80 et dont on voit avec un grossissement de 4 à 600 la surface rugueuse et inégale.

Ils sont tantôt compacts, tantôt creux, et contiennent souvent des cristaux. L'iode les colore non pas en bleu, mais en jaune.

Productions diverses constituant les Impuretés de la Farine des Céréales. — Dans la farine des céréales on peut trouver de la poudre d'ergot (*Claviceps purpurea* Tulasne), les spores du charbon (*Ustilago carbo* Tulasne ou *Uredo segetum* Persoon), de la carie (*Tilletia caries* Tulasne ou *Uredo sitophila* Dittm.).

Ergot. — *L'ergot de seigle* pullule sur différentes graminées, et particulièrement sur l'épi du seigle. Ce champignon parasite des grains parcourt dans son évolution trois phases bien tranchées. Dans le premier état, au moment de la floraison du seigle, il se présente comme une matière gélatineuse (*Honigthau*, miellée), comme une sorte de mucus gluant, jaunâtre, d'un goût douçâtre et d'une odeur désagréable.

Dans cette miellée on observe sous le microscope d'innombrables *spermaties* (*stylospores*) ; c'est la

fructification d'un mycélium dont les *Hyphas* traversent de tous côtés la partie inférieure du jeune fruit. Cette enveloppe de l'ovaire offre à l'intérieur des lacunes, et à l'extérieur des fentes et des rugosités dont la surface est couverte de *spermogonies*. De l'hyménium cellulaire qui recouvre cette couche s'élèvent des cellules analogues aux *basides*, au bout desquelles on observe une rangée de cellules ovalaires : ce sont les *stylospores*. Quand on a desséché le liquide visqueux, le mycélium et les spermaties offrent l'aspect d'un tissu blanc recouvrant l'ovaire.

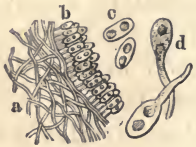


Fig. 113. — Coupe partielle de la surface de l'Ergot (Couche à Spermogonies.) (Grossie.) — *a* Hyphes; *b* Hyménium avec Spermaties ou Stylospores; *c* Spermaties; *d* Spermaties émettant leurs Tubes végétatifs.

Le second stade de développement de l'ergot produit au sein d'un stroma stérile ce que les pharmaciens appellent le seigle ergoté proprement dit. C'est à ce seigle mélangé à la farine de froment que l'on doit attribuer l'*ergotisme convulsif*.

L'ovaire est détruit et rompu jusqu'à son extrémité par le mycélium ; des fils de ce même mycélium on voit s'élever un corps ovalaire blanc intérieurement, violet foncé au dehors. C'est un champignon stérile qui fait saillie au dehors des glumes

de l'épi, et porte à son extrémité, comme une sorte de coiffe, la spermogonie desséchée et le reste de l'ovaire. Le seigle ergoté est alors un champignon capable de fructifier, un *sclérote*. Quant à la spermogonie en forme de coiffe, elle se dessèche,

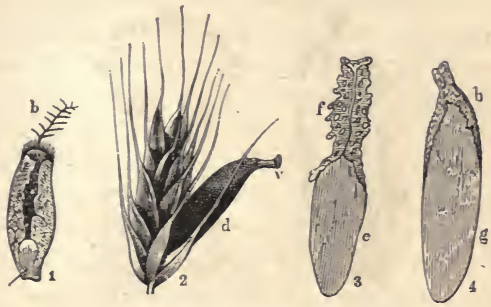


Fig. 114 à 117.
Les deux premiers Stades du Développement de l'Ergot.

1. Grain de Seigle envahi par les Hyphes de l'Ergot et formant un Mycélium (coupe verticale, grosseur linéaire 1 1/2); *a* Sclérotie. — 2. Épi de Seigle dont un grain a fait place à l'Ergot (grandeur naturelle). — 3. Coupe verticale d'une Sclérotie stérile et coiffée de Spermogonies. — 4. La même, plus avancée; *g* Sclerotium; *b* Sphacélies (coupe verticale; grossissement 1 1/2).

prend une teinte jaune pâle et tombe à la moindre secousse.

Le troisième et dernier stade de cette évolution arrive à son tour quand le stroma tombe dans la terre humide, à l'automne ou au printemps. Après plusieurs semaines on voit la surface violette de

l'ergot se couvrir çà et là de petites saillies qui s'entr'ouvrent et montrent à l'endroit ainsi mis à nu de petits corps globuleux en train de pousser. Ils sont d'abord d'un jaune grisâtre, se colorent ensuite en violet sale, et se développent, portant à l'extrémité

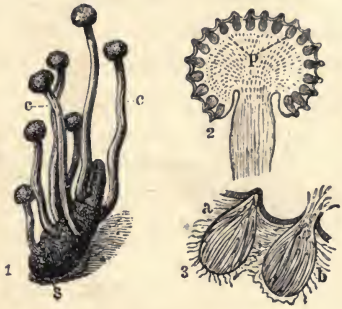


Fig. 118 à 120. — Troisième Cycle évolutif de l'Ergot de Seigle.
1. Sclérotium avec les Champignons fructifiés (grandeur naturelle); *s* Sclérotium fertile; *c* Claviceps. — 2. Capitule du Claviceps (coupe verticale); on voit les Conceptacles ou Périthèces contenant les thèques. — Deux Conceptacles fortement grossis contenant des thèques à 8 spores; *a* Conceptacle encore fermé; *b* Conceptacle ouvert et rejetant les Spores.

d'un pédicelle violacé un ou plus rarement deux boutons parsemés de papilles. Ce pédicelle et la petite tête qui le termine représentent le champignon fructifié.

Chacun de ces capitules est recouvert de saillies et renferme sous chaque bosselure un conceptacle

ovoïde, contenant de nombreuses thèques filiformes qui convergent vers l'ouverture ; on y observe 8 spores. A la maturité, chaque conceptacle s'ouvre par un trou pratiqué au milieu de la saillie qui le recouvre. De l'extrémité supérieure des thèques s'échappent des spores filiformes qui se répandent au dehors par l'ouverture du conceptacle. D'après l'assertion de Flückiger, un sclérotium peut donner naissance à 20 ou 30 champignons capables de produire eux-mêmes plus d'un million de spores. Les travaux de ce naturaliste ont montré combien la récolte et la destruction de l'ergot de seigle étaient nécessaires à l'agriculture. L'ergot de froment est un peu plus court et plus épais.

Il est facile de reconnaître au microscope le seigle ergoté. On porte dans un petit flacon une pincée de la farine suspecte, on l'additionne d'un peu d'eau ou de glycérine étendue, ainsi que d'un peu de la solution d'iode indiquée page 85. On agite pour bien mélanger, et on met quelques gouttes de la liqueur sur le porte-objet. Les grains d'amidon sont colorés en bleu ou en violet, tandis que les débris de l'ergot n'ont que la couleur de l'iode. Du reste, la présence de bon nombre de gouttelettes d'huile, de filaments, de granulations à bords noirâtres provenant de la couche superficielle de l'ergot, saute bien vite aux yeux. Quelques débris d'ergot ne sont pas rares,

même dans une bonne farine. Cela n'a pourtant pas de conséquences au point de vue des règlements de police qui sauvegardent la santé publique.

Il est plus difficile de reconnaître l'ergot dans la

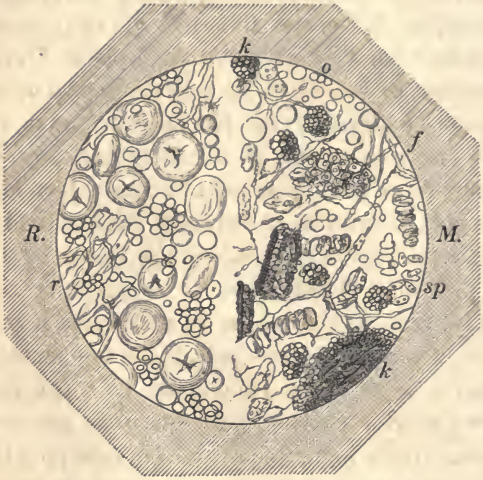


Fig. 121. — R Farine de Seigle; *r* Grains de Froment; M Ergot; *c* Goutte d'huile; *f* Hypha; *k* Cellules. Gross. 150.

farine grossière, à cause du grand nombre des éléments du tissu de grain de blé. En Allemagne, on a l'habitude de séparer sur l'aire l'ergot du reste des céréales, ce qui peut se faire à quelques débris près. Aussi, dans un kilogramme de blé sain tiré

l'un sac trouve-t-on 0gr,3 environ de fragments l'ergot. Une pareille quantité fût-elle triple ne saurait être nuisible.

Pendant la troisième période du développement de l'ergot, celui-ci ne peut plus se mêler à la farine ni par conséquent entrer dans le pain.

Une farine qui contient jusqu'à 5 % d'ergot donne, quand on la mélange avec une liqueur alcaline, une odeur de hareng. Pour pousser plus loin l'essai, on traite par l'alcool fort, on mélange le résidu avec de l'acide sulfurique étendu : on observe la coloration rouge du mélange si on est en présence de l'ergot. Ou bien on traite le pain ou la farine par leur double poids d'éther contenant 3 % d'acide sulfurique étendu, on agite avec une dissolution concentrée de bicarbonate de soude. L'éther prend une teinte violette dès que la liqueur contient de $^1/_5$ à $^1/_{10}$ % d'ergot. Pour l'examen microscopique, on peut aussi mélanger une certaine quantité de farine à un peu d'alcool fort; pour 30 gouttes d'alcool fort, on ajoute 2 à 3 gouttes d'acide sulfurique étendu. On mélange et on porte sous l'objectif. On observe tout aussitôt une coloration rouge de tous les débris de l'ergot; les cellules de gluten ne se colorent en rouge que plus tard.

Charbon. — Le *Charbon* (*Flugbrand* ou *Russbrand*) est beaucoup plus commun sur l'avoine et

sur l'orge que sur le froment. A côté des spores brun foncé du parasite qui contiennent chacune un noyau évident, on rencontre aussi le mycélium.

Fig. 122. — Mycélium du Charbon sur un chaume de Graminée. Gross. environ 200.

Quand des spores sont contenus dans la semence des céréales, elles germent, développent de petits filaments (mycélium), croissent à l'intérieur du chaume avec la plante elle-même, finissent par pénétrer dans les grains de l'épi et s'y reproduisent.

Fig. 123. — Spores du Charbon avec des filaments mycéliens. Gross. environ 200.

Carie. — La *carie du blé* (*Schmierbrand* ou *Weizenbrand*) est une matière grasse, onctueuse, d'une odeur de hareng; on la substitue quelquefois à la farine. Les spores de ce parasite (*Tilletia Caries*) sont ovoïdes et hérissées de petits aiguillons ou soies. Pendant la germination, on voit se développer au sommet de la spore une dizaine de sporidies formant deux fais-

Fig. 124. Spores du Charbon. Gross. 400.

ceaux réunis par une bande transversale, de manière à représenter un Y renversé. Ces sporidies tombent,

Fig. 125. — Spores du Charbon en train de germer. Gross. 200.

Fig. 126. Spores anciennes de la Carie du Froment. Gross. 700.

poussent des prolongements (sporidies secon-

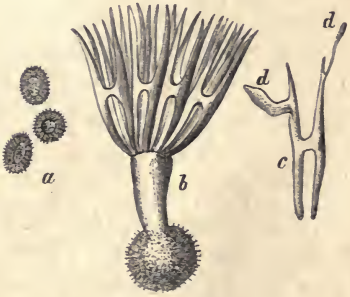


Fig. 127 à 129. — Carie du Blé.
a Spores (gross. 300); *b* Spore en train de germer avec le faisceau de Sporidies (600); *c* double Sporidie poussant des Sporidies secondaires; *d* Filaments mycéliens.

daires), qui sont le point de départ d'un nouveau mycélium.

Arrow-root. — L'*arrow-root* ou farine de Ma-

Fig. 130. — Fécule de Canna. Grossissement 220 diamètres.

Fig. 131. — Arrow-Root des Bermudes. Farine de *Maranta*. Gross. 400.

ranta[1], que beaucoup préfèrent à nos farines indigènes parce qu'elle est plus facile à digérer et plus

[1] *Maranta arundinacea*, L.

nutritive, est employée surtout chez les enfants atteints de diarrhée. On en trouve différentes sortes dans le commerce; elles sont souvent falsifiées par de la fécule de riz ou de pommes de terre.

Le meilleur arrow-root est celui des Bermudes ou arrow-root proprement dit. Celui du Brésil (*Ta-*

Fig. 132. — Arrow-Root du Brésil. Farine de *Cassava*. Gross. 400.

pioca ou farine de *Cassava*), ceux de Bombay (farine de *Tick*), de Tahiti (farine du *Tacca pinnatifida*), sont moins estimés. Avec de l'eau chaude ces fécules donnent une gelée épaisse qui se laisse couper au couteau.

Les grains de fécule de l'arrow-root du Brésil ou des Bermudes, sont en général plus petits que ceux de la pomme de terre qui servent le plus souvent à

falsifier l'arrow-root. Les sillons dans cette dernière

Fig. 133. — Arrow-Root de Bombay ou du Malabar. Arrow-Root de Curcuma. Gross. 400.

Fig. 134. — Arrow-Root de Taïti ou de Tacca. Fécule de riz. Gross. 400.

farine sont beaucoup plus saillants ; dans la pre-

mière, au contraire, ils sont plus déliés et par conséquent moins visibles. Au lieu du hile punctiforme des grains de fécule de pomme de terre, on aperçoit de plus sur les grains de l'arrow-root une empreinte à 3 ou 4 rayons terminaux, située au milieu du grain ou sur un sommet tronqué, tandis que le hile dans la fécule de pomme de terre est tout à fait à l'une des extrémités. Les sillons concentriques de l'arrow-root de Bombay sont plus délicats que dans la pomme de terre ; la forme en est différente. Les grains de fécule du riz sont facilement reconnaissables à leur forme anguleuse et à leur moindre grosseur.

Fig. 135. — Grains de Fécule du Sagou (1re qualité). Gross. 250.

Le *sagou* des Indes est la moelle du palmier sagoutier [1]. Cette moelle est constituée par de petites sphères. Au microscope on peut reconnaître cette forme globulaire du sagou pulvérisé, en le délayant pendant quelques heures dans de l'eau froide. Les grains de fécule nagent dans le liquide en reprenant leur forme primitive.

[1] *Sagus farinifera.*

Rouille des Céréales. — Ce que l'on désigne ordinairement sous le nom de *rouille*, n'est autre chose que le produit de la végétation du *Puccinia graminis*, qui se multiplie directement à la façon des champignons analogues, aussi bien que par génération alternante. Ce *Puccinia* apparaît généralement sous forme de taches rougeâtres sur les feuilles des graminées; on le trouve d'abord dans l'intérieur du parenchyme; il en sort plus tard en rompant l'épiderme, pour se montrer à la surface de la feuille sous forme de taches pulvérulentes. Dans ces taches, on découvre sous le microscope des filaments mycéliens situés dans l'intérieur du parenchyme, et des basides issues du mycélium et faisant saillie à la surface. Ces dernières portent des spores appelées spores d'été (*Uredospores*, *Basidiospores*) qui peuvent se reproduire et donner un nouveau mycélium, soit sur la même graminée, soit sur une autre espèce. L'uredospore est ovale, elle est constituée par deux enveloppes; l'interne offre à son pourtour quatre trous par où sortent les tubes germinatifs. En au-

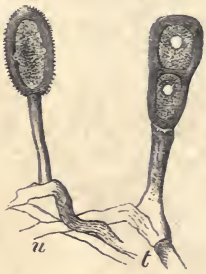


Fig. 136. — Rouille. — *u* Coupe verticale d'une Spore d'Uredo (gross. 400); *t* Teleutospores.

tomne, cette spore perd la faculté de germer et disparaît; mais le mycelium produit des basides, dont les spores portent le nom de spores d'hiver (*teleutospores*, *ascobasidiospores*), d'où sortira au printemps un mycélium (*Promycelium*), destiné lui-même à fournir des sporidies; cependant les spores d'hiver ne se développent sur aucune graminée; leur lieu d'élection est la feuille de l'épine-vinette (*Berberis vulgaris*), dans le tissu cellulaire de laquelle elles enfoncent leur mycélium. De ce mycélium on voit sortir à la face inférieure de la feuille des sortes de cupules (*sporanges*) pleines de spermogonies et de spermaties; ces cupules vident leur contenu sous forme d'une masse gluante. Du fond de la capsule de l'æcidium s'élèvent des ascobasides, dont les spores tombent sur les parties humides des céréales et peuvent, comme les spores d'été, reproduire la rouille. D'autres prétendent

Fig. 137. — Teleutospore en voie de développement avec un Promycélium émettant des Sporidies. Gross. 400.

que le mycélium de la Puccinie peut donner naissance en même temps et sur le même point aux Basides et aux Ascobasides, c'est-à-dire aux spores de l'Uredo et aux Teleutospores.

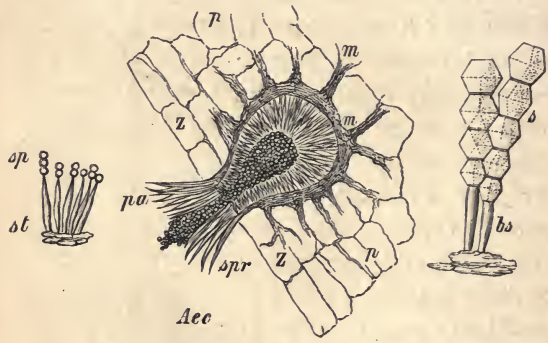


Fig. 138 à 140. — Rouille. Coupe verticale d'une Sporange dans la feuille d'un Berberis. Gross. 500.

pp Parenchyme de la feuille; *z* Épiderme; *m* Mycélium; *pa* Paraphyse qui recouvre l'ouverture de la Sporange pleine de Spermogonies *st* et de Spermaties *sp*. Ces dernières sont en train de sortir; *bs* Basides; *s* Spores. Gross. 500.

Sarcopte de la Farine. — Vibrion du Froment. — Dans la farine en décomposition du froment et du seigle, on rencontre souvent le Sarcopte plumeux (*Acarus plumiger*), plus rarement le Sarcopte commun (*Acarus farinæ*), ainsi que des vibrions comme celui qui est figuré ci-dessus (*Vibrio tritici*). Le

Sarcopte commun est fréquent dans la farine des légumineuses. On le distingue de l'autre en ce que les filaments empennés sont remplacés par des soies simples.

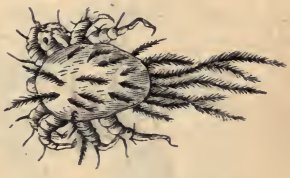


Fig. 141. — Sarcopte de la Farine. Gross. 100.

Champignon de la Pomme de Terre. — Le *Peronospora infestans* ou *P. devastatrix* est le champignon parasite qui cause la maladie la plus connue de la pomme de terre. Il est fréquent du mois de juin jusqu'à fin juillet.

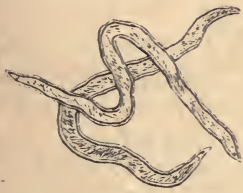


Fig. 142. — Vibrion du Froment. Gross. 120.

Il se présente sous formes de taches brunes répandues sur les feuilles de la plante, et d'une mince couche de moisissures qui recouvre la face inférieure de ces organes. Les taches brunes sont dues à la présence d'un mycélium, dont les hyphes font saillie à travers les stomates sur la face inférieure et quelquefois même par les temps humides, sur la face supérieure de la feuille.

Les filaments du mycélium se ramifient hors de la feuille et produisent à l'extrémité de leurs rameaux des sporanges qui mûrissent et, grâce à l'hu-

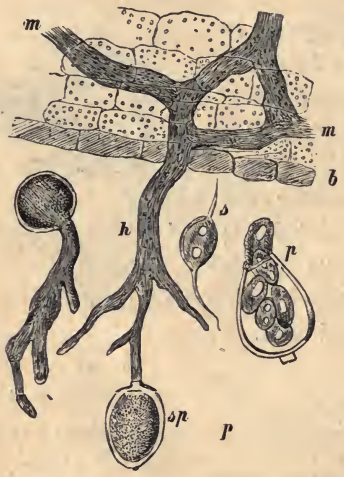


Fig. 143. — Champignon de la Pomme de Terre.
m Mycélium; *h* Hyphes; *sp* Sporanges (gross. 350); *p* une des Sporanges expulsant des Spores (gross. 500); *s* Monceau de Spores à gauche; Spores en Voie de Développement.

midité, expulsent leurs spores petit à petit par leur ouverture. Ces zoospores, formées par division de plasma du zoosporange, prennent une forme sphérique et se mettent à germer. Les germes perforent l'épiderme de quelques autres parties (notamment

du tubercule de la plante) et reproduisent un nouveau mycélium[1].

Champignon de la Vigne. — *L'Oïdium Tuckeri* s'attaque à la vigne. Il se présente pendant le premier stade de son développement sous forme d'une

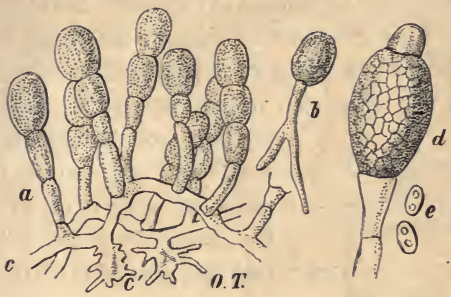


Fig. 144. — Oïdium.
c Filaments du Mycélium; *c'* Organes d'implantation; *a* Cicinobolus (ou plutôt Conidie de l'Oïdium); *b* Cicinobolus formant un Mycélium et en Voie de Développement (gross. 400); *d* un Cicinobolus à un plus fort grossissement; *e* Spores.

fine poussière qui recouvre le sarment, les feuilles et les fruits de la vigne. Aux mêmes endroits il pro-

[1] S'il nous était permis de sortir de notre rôle de traducteurs, ce serait le cas ici, à propos des parasites de la vigne de parler du Mildew (*Peronospora viticola*, de Bary) et des diverses formes de l'Anthracnose (*Phoma uvicola*, *Phoma vitis*, etc.). Mais nous devons nous borner à renvoyer pour ces maladies aux études publiées par Dunal, J. E. Planchon, Millardet, Cornu, Prillieux, Farlow, Pirotta et autres.

duit plus tard des taches brunâtres. Les raisins se rident et se dessèchent ; par un temps humide, ils se décomposent en une masse putride. On observe au microscope un mycélium qui perfore l'épiderme de la plante et, s'y fixant au moyen de suçoirs, en arrête le développement et en amène la rupture. A travers les crevasses du tissu, le mycélium envahit l'intérieur des grains et en provoque la putréfaction. Dans nos climats on voit ordinairement se développer aux extrémités des filaments du mycélium, et à la place des sporanges, des formations globuleuses qui portent le nom de *Cicinobolus* (*oogone*), et qui sont recouvertes d'une cuticule réticulée. Ces oogones tombent sur les branches et sur les fruits de la vigne, et donnent lieu à la formation d'un nouveau mycélium qui hiverne sur l'écorce du bois nouveau de la plante nourricière[1].

Fig. 145. — Fil de Lin Grossi 30 fois.

[1] L'auteur ne cite ni les spores ou conidies de l'oïdium qui sont le mode de reproduction le plus ordinaire du parasite, ni sa fructification la plus complète qui le constitue à l'état d'*Erisyphe*. Quant au Cicinobolus, d'après quelques auteurs, ce serait un champignon autonome, parasite de l'oïdium. Dans la figure 144 (*a*) les conidies sont représentées sous forme de cellules en chapelet et nommées mal à propos fruits de Cicinobolus.

Tissus. — Poils. — Pour reconnaître et distinguer à l'aide du microscope les éléments d'un tissu, on le débarrasse par le lavage de toute espèce d'apprêt, on sépare les fils longitudinaux des fils transversaux et on les examine à part. On étend le fil avec une aiguille, on le mouille et on le porte sous le microscope.

Fig. 146.
Fil de Lin. *p* Canal
Grossi 200 fois.

Les *fils de lin*[1] sont cylindriques, peu ou pas ondulés, renflés çà et là et percés suivant leur axe d'un canal étroit, qui à un grossissement de 120 apparaît comme une simple ligne ténue. De loin en loin on observe des lignes obliques courant le long des fils et des canalicules formés par les parois amincies des cellules libériennes.

Fig. 147.
Fil de Lin (Tissu irlandais). *p* Canal.
Grossi 200 fois.

Suivant la préparation et le traitement qu'il a suivi, le fil de lin est glabre ou hérissé de poils. Dans les tissus à la main, les fils sont ordinairement plus glabres que dans les

[1] *Linum usitatissimum* L.

tissus faits à la machine. La solution d'iode et l'acide sulfurique gonflent les fils, les raccourcissent et les colorent en bleu. A un plus fort grossissement, on apercevrait des tours de spire bleuâtres.

Fig. 148. — Fils de Lin tissés à la Main et coupés à la Surface. Gross. 200.

Le *fil de coton*[1] apparaît sous le microscope sous forme de ruban aplati ou déprimé et enroulé, la façon d'une vis ou d'un tire-bouchon, parfois ondulé ou froissé; on n'y trouve pas les canalicules du fil de lin, mais la surface est souvent sillonnée profondément; elle présente l'aspect d'un réseau tel qu'on le voit seulement sur les parties les plus élargies du fil de lin. Le canal intracellulaire est plus ou moins étendu que dans le fil de lin; suivant aussi que le fil de coton a été bien ou mal apprêté, il est plus ou moins glabre.

Fig. 149. — Fil de Coton. Gross. 200.

Fig. 150. — Fil de Coton. Gross. 30.

La coloration obtenue par la solution d'iode et

[1] *Gossypium herbaceum* et autres.

l'acide sulfurique ressemble à celle que l'on obtient pour le fil de lin.

La *Ramie*[1] (*Jute*) a un fil roide et rubanné comme celui du coton ; mais il n'est pas contourné comme lui en spirale. Les vacuoles intracellulaires sont obliques comme celles du fil de coton, mais moins étendues. La consistance générale est plus dure et plus roide. Ses extrémités sont plus coniques. La réaction produite par la solution d'iode et l'acide sulfurique est semblable à la réaction correspondante pour les fils de lin ; elle est seulement plus lente à cause des fibres ligneuses.

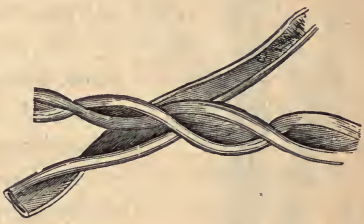


Fig. 151. — Fil de Coton réticulé. Gross. 200.

Le *fil de chanvre*[2] est très long (0mm,01 à 0mm,027). Les contours en sont irréguliers, les extrémités mousses arrondies, quelquefois bifurquées. A un

[1] La Ramie, *Bœhmeria utilis*, est une plante sur laquelle on avait fondé de grandes espérances qui ne se sont guère réalisées. Les tissus qu'on obtient avec les fils de cette plante sont très beaux, mais offrent le grave inconvénient de devenir cassants par une exposition prolongée à la lumière.

[2] *Cannabis sativa* L.

plus fort grossissement, le fil de chanvre laisse voir à sa surface des stries parallèles.

La *soie* est constituée par un double fil brillant épais, cylindrique, amorphe, sans cavité intérieure. La coupe transversale d'un fil de cocon offre des contours mousses. La soie teinte semble comprimée par places : elle présente quelques inégalités. D'ailleurs l'absence d'une vacuole intérieure différencie les fils de soie de ceux des autres tissus. Une dissolution de sucre additionnée d'acide sulfurique dissout la soie plus tôt que la laine en la colorant en rouge. La portion terminale qui plonge dans le liquide offre un contour arrondi et dentelé. Quand la dissolution est incomplète, on remarque quelquefois un fil longitudinal encore conservé qu'il ne faut pas confondre avec une vacuole centrale. C'est de la soie n'ayant pas encore subi de transformation. L'espèce de soie appelée *Jama-may* (produite par un *bombyx* chinois) offre une striation longitudinale très prononcée, et a sur une coupe transversale l'aspect d'une substance poreuse.

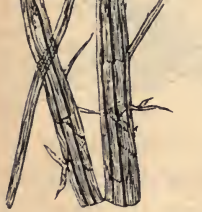


Fig. 152. — Fil de Ramie. Gross. 100.

Le *poil de laine* est comme tous les autres poils

des mammifères (voir plus loin le paragraphe consacré aux poils). C'est un tube cylindrique recouvert de petites écailles imbriquées et offrant à un faible grossissement l'aspect de lignes tracées les unes à côté des autres. La solution de sucre avec l'acide sulfurique colore la laine en rouge. L'acide sulfurique et la solution d'iode ne la colorent jamais en bleu. Les fils de laine sont d'épaisseur diverse.

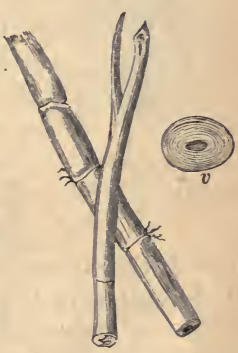


Fig. 153. — Fil de Chanvre tendu et bifurqué à l'Extrémité. — *v* Coupe transversale. Gross. 200 fois.

L'*Alpaga* provient de la toison du lama qui porte ce nom en Amérique (*Auchenia Paco*). Cette laine est souvent teinte en noir; sa structure est la même que celle de la laine de brebis. Dans la vacuole centrale, on trouve cependant quelques granulations foncées, isolées, comme on peut le voir sur les figures ci-jointes.

La laine de *Mohair* est fournie par la chèvre d'Angora originaire d'Asie Mineure. Le poil a la même structure que celui de la laine de brebis. Il est facile de le distinguer de l'Alpaga.

La laine de *Lama* est un duvet très doux, cou-

leur cannelle, offrant à peu près la structure de la laine ordinaire. Généralement ce duvet est mélangé à des poils trois fois plus gros, noirs sous le microscope.

Fig. 154.
Soie *s* et Laine *w*.
Gross. 400.

La *Vigogne* du commerce est un mélange de coton et de laine.

Les poils du *lièvre* se distinguent par leurs écailles obliques.

Pour les essais chimiques sur la composition des tissus, on se sert des trois solutions suivantes :

1° Une dissolution concentrée de chlorure de zinc saturée d'oxyde de zinc;

2° Une lessive de potasse ou de soude à $^1/_{10}$;

3° Une dissolution d'oxyde de cuivre ammoniacal.

La soie est dissoute à froid, plus vite à chaud par l'oxychlorure de zinc, la laine par les alcalis, les fibres végétales par l'oxyde de cuivre ammoniacal.

Fig. 155.
Laine *w* et Coton *b*.
Gross. 30.

On reconnaît un mélange de coton et de lin en plongeant les fils longitudinaux ou transversaux associés ou un fragment du tissu, d'abord dans une solution alcoolique de coralline

jaune de commerce, puis dans une lessive concen- de carbonate de soude; on lave ensuite à grande eau. Le fil de lin se colore en rose, le coton ne se colore pas. Si l'on enflamme un fil dissocié et si on éteint la flamme, le fil de lin offre une extrémité lisse, le fil de coton au contraire se charbonne. Quand on tient le fil ou le tissu pendant deux minutes dans l'acide sulfurique et qu'on lave ensuite à grande eau, on trouve les fils de laine intacts, les fils de soie se sont dissous.

Fig. 156.
Soie *s* et Laine *w*.
Gross. 30.

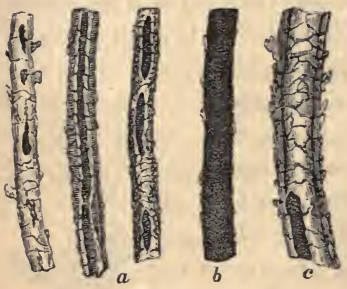


Fig. 157 à 161. — Alpaga. *a* et *b* gross. 100; *c* gross. 200; *a* et *c* Laine blanche; *b* Laine noire.

Les **Poils** sont des organes allongés, minces, élastiques, privés de sensibilité, offrant une surface de section ronde, elliptique ou polygonale. Le substratum qui les constitue a beaucoup d'analogie au point de vue physique et chimique avec la corne. Le poil sort de la peau dans laquelle il est primitivement renfermé, en traversant

un bourgeon charnu mou qui porte le nom de *bulbe pileux*. On distingue dans un cheveu la substance corticale et la substance médullaire. La première apparaît d'abord pendant le développement de l'organe; l'autre ne naît que plus tard. Les cheveux de la tête d'un fœtus avant terme n'ont ordinairement pas de substance médullaire. Si on fait la coupe longitudinale d'un cheveu, on distingue la racine implantée dans le derme très vasculaire en cet endroit et le corps du cheveu situé au-dessus de la peau.

Fig. 162. — Mohair. Gross. 200.

La substance corticale montre à un fort grossissement trois couches: 1° une couche superficielle; 2° la substance corticale elle-même; 3° enfin une membrane limitante qui entoure la substance médullaire. La première couche est constituée par un épithélium écailleux à cellules imbriquées. La couche corticale externe est formée de lamelles cornées parallèles et couchées les unes sur les autres avec de longues vacuoles disséminées et anastomosées. La

Fig. 163. Laine de Vigogne. Gross. 200.

couche corticale interne, désignée sous le nom de *membrane limitante*, est aussi formée de fibres cornées, pressées les unes contre les autres, presque sans vacuoles, mais offrant çà et là des cellules pigmentaires.

Le cordon central se trouve au milieu d'un étui médullaire ; il renferme du pigment dans des espaces arrondis ou aplatis, analogues à des cellules. Il ne parcourt pas nécessairement tout le cheveu d'une extrémité à l'autre ; il est souvent interrompu par des disques de substance corticale.

Fig. 161. Poils de Lièvre. Gross. 500.

La couche superficielle laisse tomber par plaques son épithélium et le régénère ensuite. On observe alors au microscope des plaques rugueuses dues à la chute de cet épithélium.

Le développement a pour siège principal la partie située entre la racine et le corps du cheveu, tandis que la pulpe de l'organe exsude la substance cornée, qui se transforme en substance pileuse ; celle-ci pousse devant elle les parties supérieures. Aussi, sous l'influence d'une nutrition défectueuse, la partie inférieure du cheveu est-elle plus mince que l'autre mieux développée.

Dans certaines parties du corps de l'homme les

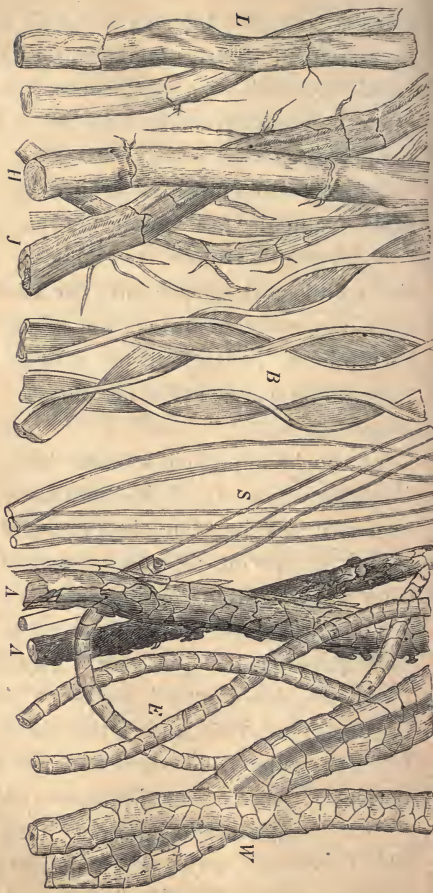


Fig. 165.
L Lin.

Fig. 166.
H Chanvre.

Fig. 167.
J Ramie.

Fig. 168.
B Coton.

Fig. 169.
S Soie.

Fig. 170.
A Alpaga.

Fig. 171.
E Laine électorale.

Fig. 172.
W Laine de Brebis.

poils ne font que naître. Ailleurs ils atteignent une certaine longueur et ne croissent plus ; ainsi le duvet de la jeune fille, les poils de la face dorsale de la main chez l'homme.

Les coupes transversales des poils sont fort différentes et ne sont pas caractéristiques du genre. Chez un même individu un cheveu peut présenter une surface de section ronde, ovale, ou triangulaire. Ces formes dépendent de la disposition de l'ouverture cutanée à travers laquelle le cheveu s'est frayé sa voie.

Le pigment du cordon central et des espaces interfibrillaires de la moelle et de la substance corticale n'est qu'en partie l'origine de la couleur des cheveux. La coloration de la couche corticale influe bien davantage. La couche cornée est noire sur un cheveu noir, rouge sur un cheveu roux, brunâtre sur un brun, etc. La coloration foncée dépend de la couche graisseuse qui enveloppe le cheveu. Les corps gras donnent en effet à toutes les couleurs une teinte plus sombre. La couleur à l'huile en est un exemple. Quand les cheveux commencent à blanchir, ce n'est donc pas le pigment qui disparaît tout d'abord, c'est la couche graisseuse qui diminue, c'est aussi la couche corticale qui meurt, perd sa transparence et par suite ne laisse plus passer la lumière que comme au travers d'une trame très

fine. Un cheveu blanc peut donc encore renfermer le pigment noir primitif dans l'intérieur du cordon central et des cellules de la moelle.

Le Dr Pfaff donne le tableau suivant de l'épaisseur moyenne des poils dans les différentes régions du corps humain :

Duvet du nourrisson	0mm,008	à 0mm,01
Duvet du bras d'une jeune fille	0 » 015	»
Duvet de la lèvre supérieure d'une femme	0 » 018	»
Poils du bras chez l'homme	0 » 03	à 0mm,04
Cils chez l'homme	0 » 04	»
Poils du conduit auditif	0 » 045	»
Cheveux de femme	0 » 06	»
Poils de la main d'un homme	0 » 07	»
Cheveux de l'homme	0 » 08	»
Poils du nez de l'homme	0 » 08	»
Poils du pubis d'un homme	0 » 11	»
Poils des sourcils d'un homme	0 » 12	»
Poils de la barbe	0 » 13	à 0mm,14
Poils du pubis chez la femme	0 » 15	»
Poils des favoris	0 » 15	»
(Soies de cochon)	0 » 27	»

Ces données ne sont qu'approximatives ; on observe bien des anomalies. Un cheveu d'homme peut très bien être plus fin qu'un cheveu de femme, etc.

Les *cheveux de l'homme* se distinguent de ceux de la femme par un bulbe plus épais. L'extrémité va s'amincissant d'autant plus, que le moment où les cheveux ont été coupés est plus éloigné. Un cheveu de

femme n'est ordinairement pas plus mince à son extrémité qu'à sa racine ; souvent même il se bifurque plusieurs fois. Chez une vieille femme, quand les cheveux cessent de pousser, les extrémités deviennent de plus en plus minces. Les cheveux de la femme sont plutôt détruits que ceux de l'homme par la potasse caustique. Les cheveux dont la coupe est elliptique frisent naturellement.

Fig. 173. — Cheveux.
a Coupé depuis 3 mois. Gross. 500.

Fig. 174. — Cheveux.
b Cheveu blond ; *c* Cheveu blanc ; *d* Cheveu en voie de dissociation. Gross. 500.

Les *poils des sourcils* sont lisses ; la coupe en est ovale ou anguleuse ; ils sont effilés à leur extrémité.

Les *cils* ont des bords plus tran-

chants. Leurs extrémités sont pourvues de saillies épineuses, dont la direction est celle du poil lui-même. La racine est effilée, en forme de navet.

Fig. 175. — Cheveux de Femme brun foncé. Fragment de Moelle terminé en Pointe. — *a* Pointe. Gross. 500.

Les *poils de la moustache* offrent la même structure. La racine en est seulement plus lisse et plus épaisse.

Les *poils des favoris* sont assez gros. On y observe un épiderme rugueux. La racine est plus épaisse que le corps du cheveu lui-même. Chez les hommes dont la transpiration est fréquente et abondante, la couche superficielle offre des saillies sombres, punctiformes.

Fig. 176. — Poils de Barbe. — *br* bruns; *gr* grisonnants. Gross. 500.

Les *poils du nez* (vibrisses) présentent ordinairement une surface rugueuse parsemée de papilles. La pointe en est effilée. La coupe longitudinale du bulbe offre la forme d'une guitare. Les *poils fins de l'oreille* sont analogues à ceux du nez. Ils sont un peu moins rugueux, et leur terminaison conique est plus accentuée.

Dans le *creux de l'aisselle*, les poils ne sortent pas peu à peu du bulbe : ils apparaissent brusquement et se dressent tout aussitôt. La partie inférieure, située immédiatement au-dessus de la racine, est d'abord lisse ; mais plus loin on la voit se couvrir de rugosités constituées par des plaques ou des papilles à la suite du ramollissement que la sueur et le frottement font subir à la couche superficielle. L'extrémité en est conique, sans être effilée. Ils sont ordinairement blonds.

Sur la *poitrine*, les poils ressemblent beaucoup aux précédents. Ils sont plus courts et ne sont pas toujours blonds. Le bulbe en est charnu et épais. Ils se terminent en massue.

Les *poils de la main* chez l'homme offrent la même terminaison. L'extrémité est aussi épaisse, plus épaisse même que le reste du poil. La racine en est longue et grêle. Les *poils* du bras et de l'avant-bras chez l'homme offrent la même structure. Pourtant, à la suite du frottement des vêtements, ils se dissocient à la pointe.

Aux *extrémités des membres* chez la femme, les poils ne forment plus qu'un léger duvet.

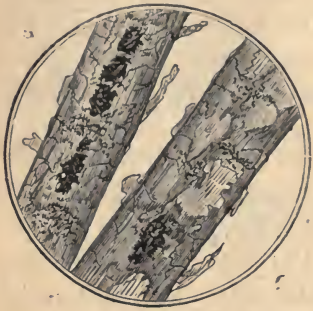


Fig 177. — Poils du Pubis. Gross. 500.

Au *pubis*, la tendance à la frisure est caractéristique; sur une coupe on obtient une figure ovale ou elliptique. Le cordon central est émoussé; la couche superficielle offre des nodosités et des lamelles de substance cornée. Chez l'homme, ces poils sont plus minces que chez la femme; chez celle-ci, la racine est plus épaisse; chez l'homme, au contraire, elle est de la grosseur du poil. (Les poils du pubis de la femme sont, à cause du

Fig. 178. — Poils du Pubis imprégnés de Sperme desséché. — *aa* Extrémité du Poil. Gross. 500.

peu de profondeur de la racine, plus faciles à arracher.) Sur le *Mont de Vénus*, les poils se terminent en massue, en cône chez les jeunes filles. Les poils du *scrotum* ressemblent beaucoup à ceux du creux de l'aisselle ; ils ne sont cependant pas d'épaisseur égale dans toute leur longueur.

L'examen de la pointe d'un cheveu peut indiquer si ce cheveu a été coupé récemment ou depuis longtemps. Un poil tombé naturellement a une racine lisse et arrondie ; s'il a été arraché, la racine est rugueuse, dentelée, hérissée de pointes. Un poil arraché offre sur la surface de rupture des débris de fibre cornés de différentes dimensions. Une surface de section est au contraire lisse, plane ou convexe.

Fig. 179. — Plique polonaise avec le Parasite. Gross. 500.

Pendant la jeunesse, la racine des poils se dissout plus facilement que dans un âge avancé, quand on la traite par la potasse caustique (Pfaff). La moelle du poil, chez l'adulte et le vieillard, est sou-

vent interrompue par des lamelles de substance cornée.

Fig. 180. — Castor. — *bc* Poils; *a* Extrémité d'un Poil de Duvet. Gross. 300.

Dans les cas de viol, on peut retrouver sur les poils

Fig. 181. — Castor. Gros Poils. Gross. 300.

du pubis de la victime du sperme desséché, des spermatozoïdes, le tout souvent entremêlé de cristaux.

La **Plique polonaise** (*Plica polonica*), qui est en-

Fig. 182. — Duvet de Chien des Prairies.

démique en Pologne, sur les bords de la Vistule, est l'analogue de la teigne. Ce phénomène morbide

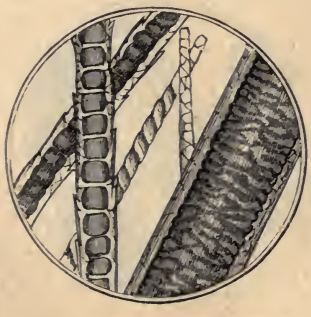


Fig. 183. — Zibeline. Duvet à gauche.

est dû à l'agglutination des cheveux qui se feutrent.

Le cuir chevelu laisse alors suinter un mucus vis-

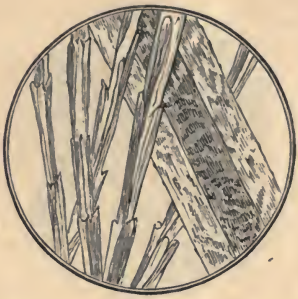


Fig. 184. — Loutre de Virginie. Duvet à gauche.

queux, secrété par les spores et les follicules d'un champignon spécial, le *Trichoaphyton*, ou *Myco*

Fig. 185. — Martre. Duvet à gauche.

derma plicæ polonicæ.

Les *poils des animaux* offrent une structure essen-

Fig. 186. — Hamster. Duvet au milieu.

tiellement différente de ceux de l'homme. Les variations que présentent les poils d'un même animal,

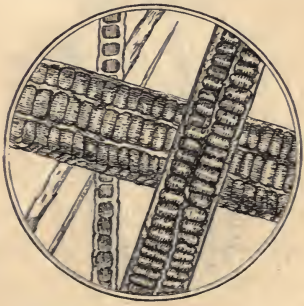


Fig. 187. — Lapin. Duvet à gauche.

suivant la partie du corps à laquelle on les emprunte,

ne sont pas moins importantes. Chez les animaux,

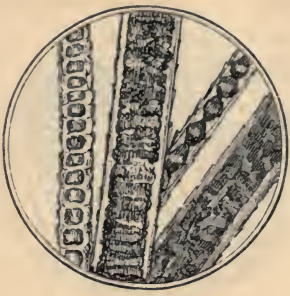


Fig. 188. — Chat. Duvet à gauche.

on observe la coexistence en un même point des poils proprement dits, des cheveux et du duvet. Ce

Fig. 189. — Bison. Duvet à gauche.

dernier est cent fois plus fin que le poil. Les figures

ci-contre représentent des poils empruntés à la robe de plusieurs animaux. Ils sont tous ou presque tous vus à un grossissement de 300.

Les poils de la fouine ressemblent beaucoup à ceux de la zibeline, seulement le tube central est plus foncé, les saillies des bords plus prononcées.

Fig. 190. — Renard. Duvet à gauche.

Épices. — L'examen microscopique porte principalement sur les épices réduites en poudre ou moulues, très souvent falsifiées par des poudres de gruau, de glands, de légumineuses, de bois d'acajou. etc., etc. Pour examiner au microscope une épice moulue, on la pile d'abord suffisamment dans un mortier de porcelaine, si la poudre est trop grossière ; on place alors la poudre en contact avec de la glycérine étendue que l'on a préalablement versée sur

une lame de verre (voir page 83). On délaie avec soin et on met une goutte du liquide sur le porte-objet. On examine tout d'abord à un grossissement de 100 à 150, puis à 2 ou 300. Pour éviter toute

Fig 191. — Poivre noir. Poivre en Poudre plus lourd que l'Eau et tombé au Fond. Gross. 300.

erreur, les commençants feront bien d'examiner en même temps des épices pures de toute falsification. Si l'on a affaire à du poivre moulu, on réduit en poudre fine 2 ou 3 grains on examine cette poudre au microscope pour se faire une idée exacte de la forme des éléments anatomiques du poivre. Les

figures ne sont jamais assez bonnes pour mettre le commençant à l'abri de toute erreur.

Poivre. — Le *poivre*[1] est une des épices le plus communément employées. C'est la baie d'un arbris-

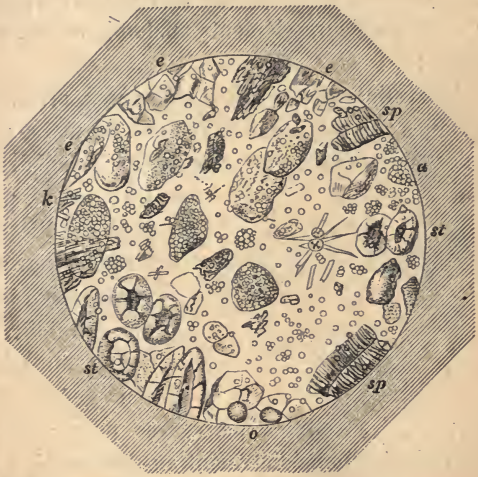


Fig. 192. — Poivre noir. Poivre en Poudre. Quelques Fragments sont plus lourds, d'autres plus légers que l'Eau. — *o* Cellules huileuses; *st* Cellules pierreuses; *e* Cellules protoplasmiques; *a* Grains d'Amidon; *sp* Trachées; *k* Cristaux. Gross. 150 à 200.

seau grimpant originaire de l'Inde. Ce que l'on appelle le poivre noir est le fruit récolté avant maturité complète, et desséché au soleil ou au four. Le poi-

[1] *Piper nigrum*, L.

vre blanc est le fruit mûr débarrassé de ses enveloppes extérieures, ramolli dans l'eau de mer ou l'eau de chaux. La saveur âcre et brûlante est ici plus développée.

Poivre noir. — Le poivre noir réduit en poudre fine offre plusieurs éléments anatomiques caractéristiques :

1° Des cellules huileuses et résineuses, arrondies, sphériques ou polygonales, réunies en masse ; ces cellules appartiennent au parenchyme capsulaire du fruit et du périsperme ; elles renferment une résine et une huile incolore, fluide, qui donne au poivre son goût spécifique ; 2° des cellules pierreuses provenant des parties placées immédiatement au-dessous de l'enveloppe extérieure du fruit ; 3° des cellules de l'albumen irrégulières, souvent très anguleuses, remplies soit d'une matière amylacée, homogène et amorphe, soit 4° de grains d'amidon, à bords définis. Ceux-ci sont extrêmement petits, arrondis ou anguleux, couchés les uns sur les autres par rangées de 2, 3 et plus, ou bien encore accumulés en masses arrondies. A un plus fort grossissement, un

Fig. 193. — Grains de Fécule du Poivre. Gross. 500.

grand nombre de ces grains de fécule montrent un hile profond; 5° des trachées; 6° des cristaux peu nombreux en réalité, et formés probablement par du *pipérin*.

Parmi les falsifications dont le poivre moulu est

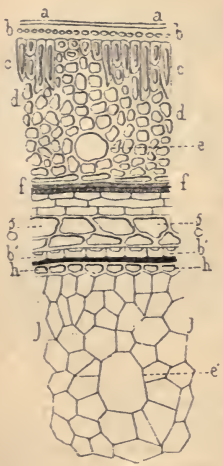


Fig. 194.— Portion d'une Coupe de Grain de Poivre.— *bb* Épiderme de la Capsule du Fruit, couvert extérieurement de la Cuticule *a*; *cc* Couche de Cellules pierreuses; *dd* Parenchyme du Péricarpe avec une Cellule oléifère *e*; *ff* Faisceau vasculaire; *gg* Couche interne du Péricarpe où l'Huile abonde; *b'b'* Épiderme intérieur; *hh* Couche cellulaire externe de l'Endosperme; *jj* Tissu de l'Endosperme avec une Cellule oléifère *e'*.

l'objet, citons: la poudre de glands, les pommes de terre, les tourteaux de colza (résidus de l'extraction de l'huile de navette). Les grains d'amidon des glands et des pommes de terre sont reconnaissables à leur forme. Les tourteaux de colza montrent sur certains points un tissu cellulaire poreux, dont les cellules à

5 ou 6 pans sont très épaisses et d'une couleur rouge brun.

Poivre blanc. — Le poivre blanc finement pulvérisé est semblable au poivre noir; il ne lui manque

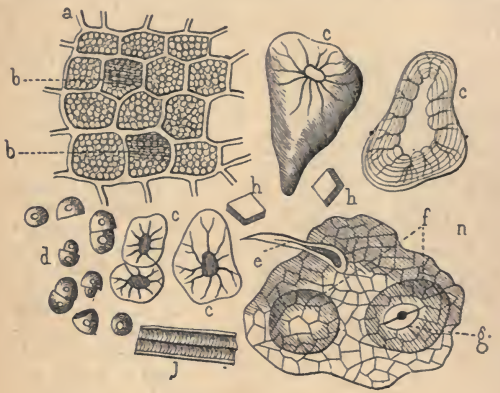


Fig. 195. — Éléments organiques du Poivre anglais. — *n* Fragment de l'Épiderme avec des Réservoirs d'Huile *f* vus par Transparence, un Poil *e* et un Stomate *g*; *cc* Cellules pierreuses; *j* Fragment de Trachée; *h* Cristaux d'Oxalate de Chaux de la Capsule du Fruit; *a* Tissu de l'Embryon avec les Cellules à Matière colorante *bb*; *d* Granules d'amidon des Cellules de la Graine.

que les cellules pierreuses, les débris de l'enveloppe la plus externe du fruit et du parenchyme du péricarpe. Les cellules de l'albumen avec leurs masses de fécule amorphe ou les grains d'amidon à bords dé-

finis l'emportent en abondance et en volume sur les éléments correspondants du poivre noir.

Piment[1]. — (*Poivre giroflé, poivre de la Jamaïque.*) — C'est le fruit récolté et desséché avant

Fig. 196. — Poivre blanc. Poudre fine. Gross. 150 à 200.

maturité complète d'un petit arbre cultivé dans les Indes occidentales, surtout à la Jamaïque (d'où son nom de poivre de la Jamaïque). Réduit en poudre

[1] *Myrtus pimenta*, L.

fine, il offre à l'examen microscopique: 1° de tout petits poils simples implantés sur l'épiderme du fruit; 2° de grandes cellules huileuses brunes, sorties du

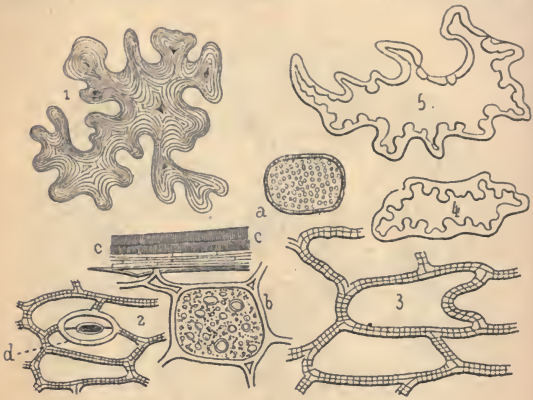


Fig. 197. — Éléments organiques du Poivre d'Espagne. — 1. Cellule de l'Épiderme de la Graine. — 2. Épiderme du Calice avec un Stomate *d*; *cc* Fragment de Faisceau vasculaire; *a* Cellule pierreuse; *b* Cellule du Parenchyme du Péricarpe. — 3. Cellules situées sous l'Épiderme extérieur. — 4-5. Cellules situées sous l'Épiderme intérieur.

péricarpe et de l'enveloppe de l'embryon. Dans le péricarpe, elles sont très serrées et constituent des verrues hémisphériques saillantes à la surface du fruit; l'épiderme présente fréquemment des stomates; 3° des cellules pierreuses, à parois épaisses;

beaucoup sont pourvues de canalicules ramifiés;

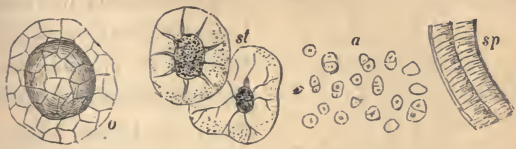


Fig. 198. — Piment réduit en Poudre fine. — *o* Cellules huileuses; *st* Cellule pierreuse; *sp* Trachée; *a* Grains de Fécule.

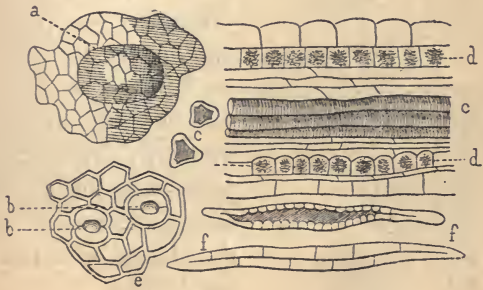


Fig. 199. — Éléments organiques du Clou de Girofle. — Figure de droite: Fragment d'une Coupe longitudinale du milieu du Tube calicinal: *c* Faisceau vasculaire; *dd* Cellule à Cristaux. — Figures de gauche; *a* Fragment de l'Épiderme du Tube calicinal avec la Cavité remplie d'Huile vue par Transparence; *e* Fragment de l'Épiderme des Feuilles de la Corolle, avec deux Stomates (*bb*); *ff* Fibres du Liber des Faisceaux vasculaires du Tube calicinal; *c* Grains de Pollen.

4° des débris de trachées; 5° des grains de fécule; 6° des cellules avec une matière colorante rouge

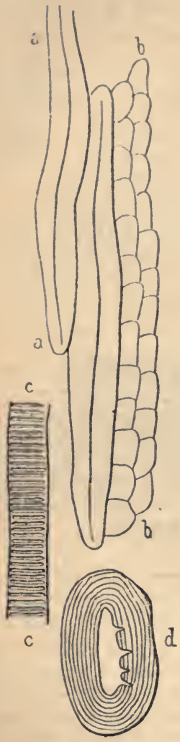


Fig. 200. — Tissu du Pédoncule du Clou de Girofle. — *d* Cellule pierreuse ; *c* Fragment d'un Vaisseau scalariforme; *aa* Fibres du Liber avec Parenchyme adhérent (*bb*).

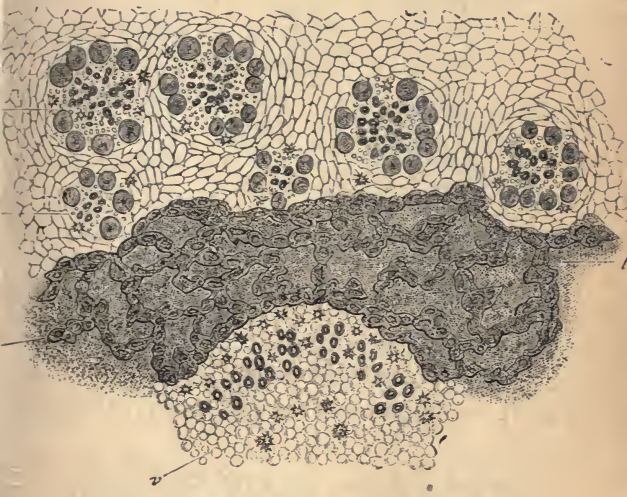
foncé ; 7° mais quelquefois seulement, des cristaux d'oxalate de chaux. Comme le piment contient du tannin, les éléments des tissus, humectés avec une solution étendue de chlorure ferrique, prennent une coloration indigo.

Girofle. — (*Caryophyllus aromaticus*), L. — Ce sont les boutons desséchés des fleurs du *giroflier*, originaire des Moluques, mais cultivé dans toutes les autres îles des Indes orientales et occidentales.

En examinant au microscope la poudre de girofle, on y voit des grains de fécule et des cellules du parenchyme à parois épaisses. Une fine coupe transversale de l'ovaire infère d'un clou de gi-

rofle est représentée dans la figure 201 avec un grossissement de 120.

Pour les recherches microscopiques du girofle en poudre, on prend d'abord cette poudre mélangée de



201. — Coupe mince pratiquée dans la Partie infère du Calice d'un Clou de Girofle. *d* Faisceau vasculaire; *v* Faisceau vasculaire central; *f* Tissu cellulaire lâche.

glycérine diluée. Mais pour examiner plus minutieusement les cellules et les vaisseaux, on prend une partie de cette poudre, on l'agite avec un alcali, on la rassemble sur un filtre, et après l'avoir lavée, on la mélange de glycérine.

On y distingue les éléments suivants : 1° des cellules oléifères sous un épiderme à cellules très petites; 2° des cellules libériennes, le plus souvent fusiformes; 3° des vaisseaux spiraux, renfermés en

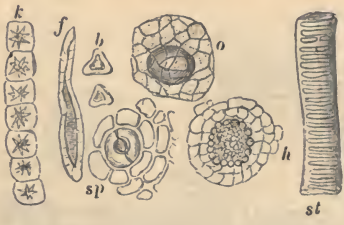


Fig. 202. — Clou de Girofle. — Éléments du Tissu. — *k* Cellules à Cristaux (Oxalate de Chaux); *f* Fibres libériennes; *o* Cellule oléifère; *sp* Stomates; *b* Grains de Pollen (gross. 250); *h* Coupe transversale d'un Faisceau ligneux (gross. 50); *st* Vaisseau scalariforme.

partie dans un parenchyme à petites cellules contenant des cristaux agglomérés; 4° des grains de pollen; ceux-ci paraissent triangulaires et présentent

Fig. 203. — Grains de Fécule du Gland de Chêne. — *a* Grossissement 120; *b* Grossissement 250.

trois pores; 5° des stomates avec les deux cellules qui les bordent.

La poudre de girofle, humectée avec une solution étendue de perchlorure de fer (chlorure ferrique),

se colore en bleu violet grâce au tannin qu'elle contient. Cette réaction est peu sensible ou ne se produit même pas, lorsqu'on a affaire à un produit ancien.

La falsification de la poudre de girofle avec la poudre des pédicelles floraux du giroflier était très fréquente, il y a quelques années. On falsifiait aussi habituellement avec la poudre de glands torréfiés. Dans la poudre fournie par les tiges prédominent des cellules à parois très épaisses, cellules pierreuses avec des cercles opaques, de très gros faisceaux ligneux ou libériens, des vaisseaux scalariformes à diamètre interne large et quelques cellules oléifères. La poudre de glands se décèle par la fécule qu'elle renferme. Les grains de cette fécule, très analogues à ceux des légumineuses, sont bien moins gros et montrent une fente centrale allongée (ombilic), comme les grains de café.

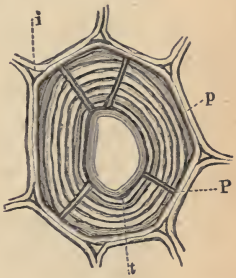


Fig. 204. — Cellule pierreuse du Girofle. — *t* Ouverture centrale; *p* Canalicules. Gross. 250.

Cannelle. — On distingue dans le commerce la cannelle de Ceylan ou cannelle vraie et la cannelle ordinaire. Cette dernière fournit seule la poudre de cannelle.

La cannelle ordinaire ou cannelle de Chine ou simplement *cannelle* est le liber des branches du

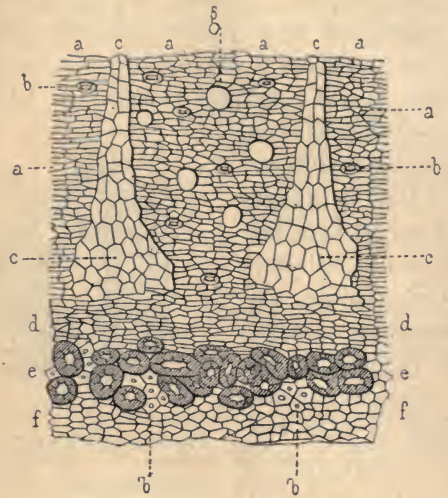


Fig. 205. — Fragment d'une Coupe transversale de l'Écorce de la Cannelle de Malabar. — *ff* Couches corticales; *ee* Couche de Cellules pierreuses avec les Faisceaux de Fibres corticales ou Liber *bb*; *dd* Portion extérieure de la seconde Écorce; *aa* Rayons du Liber et des Cellules à Mucilage *g*; *cc* Rayons médullaires.

cannellier[1]. Cet arbre est originaire du sud de la Chine et de la Cochinchine, mais il est cultivé dans diverses régions de l'Inde.

[1] *Cinnamomum aromaticum*, Nees.

Pour examiner au microscope la poudre de cannelle, on en laisse pendant quelques heures une pincée en contact avec de la glycérine étendue. On

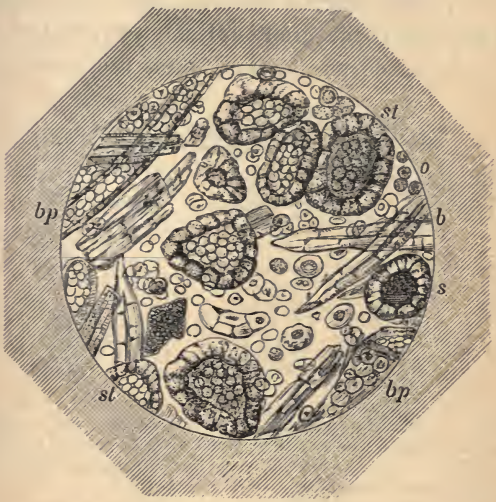


Fig. 206. — Éléments du Tissu de la Cannelle. — *s* Cellules pierreuses; *st* Cellules pierreuses contenant des Grains de Fécule; *b* Cellules libériennes; *bp* Cellules libériennes contenant des Grains de Fécule; *o* Cellules oléifères. Gross. 150 à 200.

y voit alors les principaux éléments suivants : 1° les fibres libériennes, minces et fusiformes, le plus souvent lisses (environ 0mm,05) ; elles sont si épaisses que la cavité intérieure n'apparaît que comme une

fente linéaire ; 2° des cellules à parois épaisses du parenchyme libérien contenant des grains de fécule; 3° des cellules pierreuses avec ou sans grains de fécule ; 4° des cellules oléifères ; 5° des cellules mucilagineuses ; 6° des grains de fécule (0mm,01 à 0mm,18) sous forme de masses d'un brun rougeâtre, sont

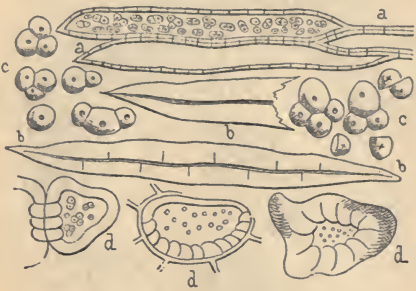


Fig. 207. — Éléments organiques de la Cannelle de Chine. — *dd* Cellules pierreuses, celle de gauche, contenant de la Fécule; *bb* Cellules fibreuses de Liber; *aa* Parenchyme du Liber à Parois cellulaires épaisses contenant de l'Amidon; *cc* Granules d'Amidon.

enchâssés dans toutes les cellules du parenchyme et dans beaucoup de cellules pierreuses; 7° quelques cristaux petits et rares d'oxalate de chaux (cellules des rayons médullaires).

La cannelle de Ceylan[1] renferme des cellules pierreuses très grosses et très épaisses (ayant 0mm,1 de

[1] *Cinnamomum Zeylanicum*. Breyn.

diamètre), des cellules libériennes plus minces (de 0mm,02 à 0mm,25), quelques grains de fécule petits et rares et une masse brun jaune plus foncée dans les cellules du parenchyme. Les petits prismes d'oxalate de chaux font complètement défaut. La cannelle de Ceylan est la plus chère de toutes.

La cannelle du Malabar (*Cassia lignea*) est l'écorce d'un des arbres qui remplacent le cannellier de Ceylan. La fécule y manque quelquefois. On emploie cette sorte pour falsifier la cannelle ordinaire et la cannelle de Ceylan. La cannelle de Malabar n'a qu'un faible parfum, elle est fade et peu odorante.

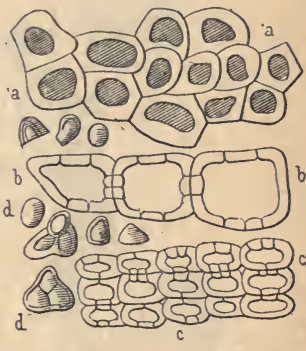


Fig. 208. — Éléments organiques de la Cannelle de Malabar. — *cc* et *aa* Couche subéreuse ; *bb* Cellules pierreuses ; *dd* Grains de Fécule.

Des falsifications plus graves de la poudre de cannelle sont pratiquées au moyen de la poudre d'acajou, de faux acajou (*cedrela*), de glands, de pain. Une solution étendue de perchlorure de fer ne colore la

cannelle ordinaire que du rouge sombre au rouge

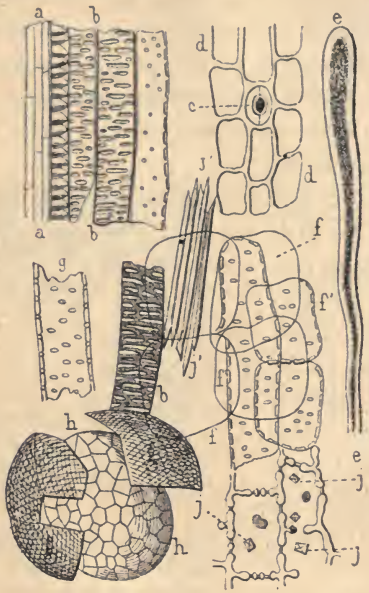


Fig. 209. — Éléments organiques de la Vanille. — *bb* Fragment de Faisceau vasculaire; *dd* Fragment d'Épiderme avec un Stomate *c*; *ee* Cellule tubuleuse de la Couche qui revêt la Cavité du Fruit; *ff* Cellules en partie pierreuses du Parenchyme du Péricarpe; *jj* Parenchyme sous-épidermique avec Cristaux octaédriques d'Oxalate de Chaux; *g* Fragment d'une Cellule ligneuse; *j'j'* Petits Paquets de Raphides; *hh* Graine avec son Enveloppe brisée.

brun, mais jamais en violet, bleu ou vert.

Gingembre. — Le gingembre est le rhizome sec du *Zingiber officinale*, plante originaire de l'Asie tropicale. Le gingembre se trouve dans le commerce dépouillé ou non de son écorce.

Pour examiner au microscope le gingembre en poudre, on en met une pincée dans la glycérine

Fig. 210. — Portion d'une Coupe longitudinale pratiquée tangentiellement à l'Écorce du Cannellier; *a* Cellule à Mucilage entourée de Cellules contenant de l'Amidon. Le Mucilage est divisé en Couches concentriques par l'Action graduelle de l'Eau. Gross. 450 Diamètres.

étendue. Les éléments anatomiques du gingembre sont: 1° des cellules oléifères; 2° des cellules résinifères arrondies; 3° des cellules polyédriques appartenant au parenchyme, remplies de grains de fécule; 4° des faisceaux vasculaires formés de cellules fibreuses, à parois minces, de fibres ligneuses, libériformes, à parois épaisses et à cavité large, et enfin de vais-

seaux scalariformes ; 5° des grains de fécule. Ceux-ci offrent des couches concentriques ; ils sont aplatis, ovoïdes ou allongés (0mm,02 à 0,04 de long).

On falsifie le gingembre moulu avec la poudre de

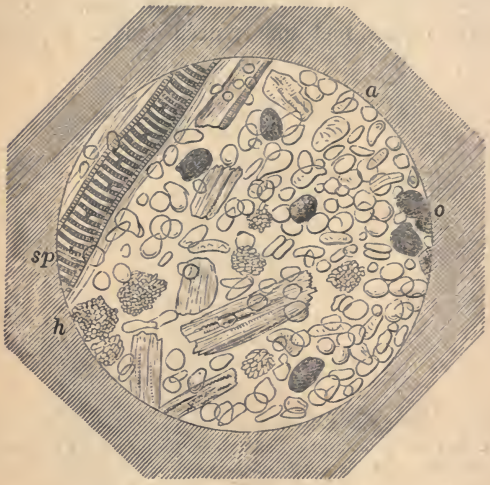


Fig. 211. — Éléments du Gingembre. — *h* Cellules résineuses; *o* Cellules huileuses; *a* Grains de fécule; *sp* Faisceau ligneux. Gross. 120.

glands et de curcuma. Ce dernier se trahit par sa teneur en matière colorante jaune, laquelle est facilement décelée par le borax et les alcalis.

Noix muscade. — La noix muscade est la graine d'un arbre des Moluques et des îles Banda[1]. La

[1] *Myristica moschata*, L.

poudre offre des cellules polyédriques à parois min-

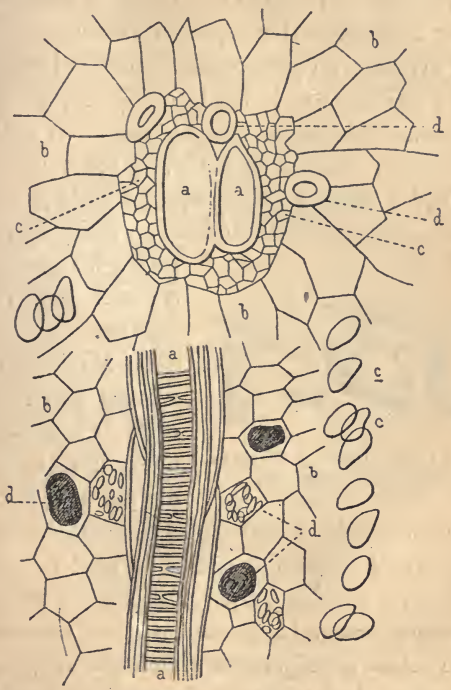


Fig. 212 — Fragments de Coupes de Gingembre; la supérieure, transversale; l'inférieure, longitudinale. — *bb* Parenchyme; *aa* Vaisseaux ligneux; *cc* Sorte de Cambium; *dd* Fibres ligneuses (en haut); *dd* Cellules de Résine (en bas); *cc* (en bas) Grains de Fécule de Gingembre.

ces, avec des grains de fécule régulièrement disposés

par groupes de 3, 4 et au delà. Ces grains de fécule sont répandus au sein d'une masse graisseuse de couleur rouge brun. Le noyau de la cellule offre une cavité arrondie ou polygonale. Dans la plupart des cellules contenant de la fécule on observe un corps d'apparence cristalline, rhomboédrique ou cubique (cristalloïde) entouré de fécule; on rencontre aussi çà et là des cristaux prismatiques d'acide gras. En humectant avec la solution d'iode, les grains de fécule paraissent bleus, les cristaux sont rouge sombre.

Fig. 213 à 218. — Grains de Fécule du Gingembre. — Gross. 400.

Le *Macis* est l'enveloppe charnue (arille) de la graine du muscadier. La poudre présente à l'examen microscopique des cellules arrondies ou anguleuses à côté de cellules riches en matière grasse, sphériques, ovoïdes ou polyédriques (de $0^{mm},04$ à $0^{mm},08$ de diam). La fécule manque. La solution d'iode colore la préparation en orangé, rouge brun ou pourpre. Les mélanges de matières féculentes sont par cela même faciles à reconnaître. (Voir fig. 137.)

Curcuma. — Le curcuma est la racine jaune, desséchée du *Curcuma longa*, originaire de l'Inde et du

sud-ouest de l'Asie. La poudre de curcuma sert quelquefois à falsifier des épices. Elle constitue le produit que le peuple confond avec le safran pour l'usage culinaire. Humecté avec de la glycérine

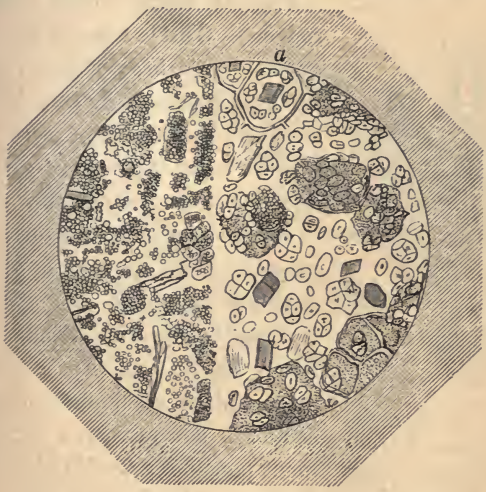


Fig. 219. — Poudre de Macis et de Noix muscade. — *a* Cellules avec Cristalloïde et Fécule. Gross. 120.

qu'il colore en jaune, le curcuma offre des masses polyédriques, ovoïdes ou allongées, vert jaunâtre, passant au bleu sous l'influence de l'iode, des grains de fécule de forme spéciale, des cellules résinifères, des débris de vaisseaux scalariformes. Quoique la

poudre de curcuma soit un produit que le commerce livre à bon marché, elle n'en est pas moins falsifiée par diverses substances, dont les grains de fécule diffèrent de ceux du curcuma.

Fig. 220. — Cellule pierreuse, irrégulièrement rameuse, du Pédoncule du Fruit de l'Anis étoilé. Grossissement 150 Diamètres.

Bois de Santal rouge, Santal rouge. — C'est le bois du *Pterocarpus santalinus* originaire de l'Inde. La poudre de ce bois est souvent falsifiée. Elle sert de matière colorante inoffensive dans quelques préparations culinaires, et entre dans cette catégorie de substances réunies sous la dénomination commune de *Safran*. Il colore la glycérine étendue en rouge lie de vin. Après avoir macéré dans ce liquide, il présente : 1° des vaisseaux élégamment ponctués ; 2° des fibres ligneuses analogues à celles du liber; 3° des cellules ponctuées appartenant au parenchyme ligneux ; 4° de petites cellules contenant un cristal d'oxalate de chaux ; 5° des masses de matière colorante et des grains de fécule isolés. L'alcool dissout la matière colorante en prenant une teinte rouge. La potasse la colore en violet.

Moutarde en poudre et Moutarde préparée. — La poudre de moutarde est un aliment composé, dans lequel les semences de moutarde noire et aussi de moutarde blanche sont les substances vrai-

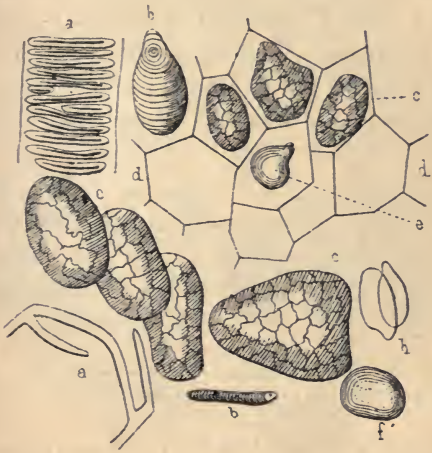


Fig. 221. — Éléments organiques de la Racine de Curcuma. — *cc* Grains d'Amidon des Cellules du Parenchyme *dd*; *e* Cellule à Résine; *f'* Pelote de Résine; *a* Fragments de Vaisseaux ligneux; *bb* Grains de Fécule.

ment actives. La farine de moutarde de Sarepta est la poudre des semences du *Sinapis juncea;* elle répond tout à fait par ses éléments histologiques à notre moutarde jaune ou blanche. La farine de moutarde anglaise n'est ordinairement qu'un mé-

lange pulvérisé de 1 partie de moutarde noire, 8 parties de moutarde blanche et 1 à 3 parties de farine de blé.

Un examen microscopique des deux condiments ne peut avoir pour but que de déterminer les substances inutiles ou dangereuses, et de reconnaître enfin la présence des graines de moutarde, lorsque le goût la fait mettre en doute. La moutarde en poudre comme la moutarde ordinaire sont des pré-

Fig. 222. — Poudre de Curcuma. — *b* Masses gélatineuses; *h* Cellules huileuses; Gross. 100. — *a* Grains de Fécule; Gross. 300.

parations employées dans l'art culinaire comme stimulants du goût. Pour atteindre ce but, il est nécessaire de faire un mélange de poudre de moutarde noire et de moutarde blanche, de sel, de farine, de vinaigre, de vin, de sucre et d'autres condiments. Ces mélanges peuvent d'autant moins passer pour des fraudes que la valeur de la moutarde préparée se juge sur son état extérieur et sur son arome, et qu'un simple mélange de moutarde

noire ou de moutarde blanche avec de l'eau, du vin, du vinaigre, ne satisfait pas le goût. Si l'on emploie la moutarde noire seule, le produit obtenu

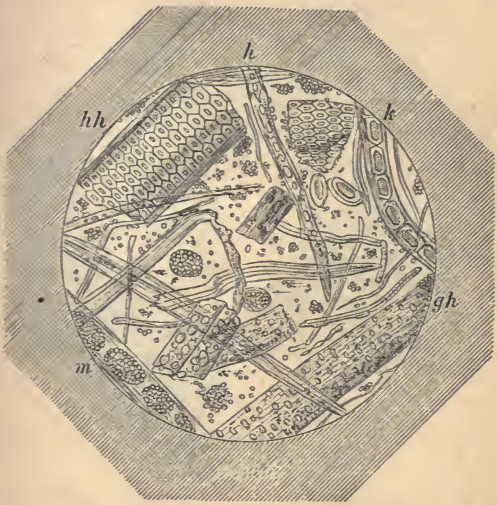


Fig. 223. — Bois de Santal rouge pulvérisé. — *h* Cellules ligneuses ; *gh* Cellules ponctuées du Parenchyme ligneux; *hh* les mêmes à Ponctuations encadrées; *m* Cellules des Rayons médullaires; *k* Cellules à un seul Cristal d'Oxalate de Chaux; Gross. 120 environ.

pourrait être considéré comme un poison.

De même, si l'on remplace la moutarde blanche par des graines de rave ou de colza pulvérisées, on ne falsifie pas le produit ; car ce n'est là qu'un

moyen d'obtenir un condiment plus agréable au goût. Si les graines de rave sont dépouillées de leur épiderme, on remarque à peine la substitution.

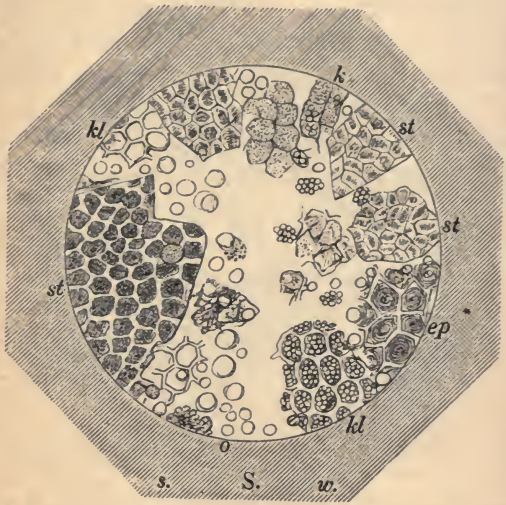


Fig. 224. — Poudre de Moutarde blanche et de Moutarde noire. — *st* Cellules pierreuses ; *k* Cellules de l'Embryon ; *ep* Tissu épidermique ; *o* Gouttelettes d'Huile.

Un signe distinctif pour reconnaître le mélange de moutarde noire et de colza, c'est la présence des débris brun foncé du tissu épidermique. Les cellules poreuses de ce tissu sont dans les semences de rave plus grandes et plus nettes que dans la

moutarde noire, les cellules de la moutarde blanche sont incolores et de forme un peu différente.

Cacao. — Chocolat. — Le cacao préparé (graine

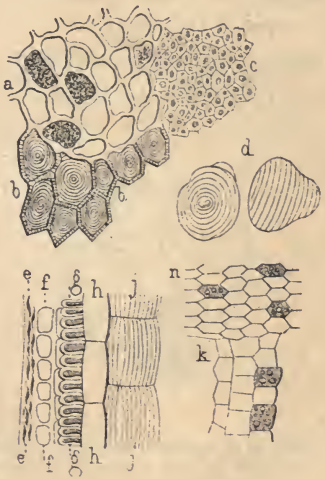


Fig. 225 à 228. — Fragments de Coupes de l'Épisperme de la Moutarde blanche. — *jj*, *bb* Épisperme ; *hh* Tissu sous-épidermique ; *gg*, *c* Couche de Cellules pierreuses ; *ff*, *a* Couche à Gluten ; *ee* Couche hyaline ; *n k* Structure de l'Embryon en Coupe transversale et longitudinale ; *d* deux Cellules isolées de l'Épiderme de l'Épisperme. — (La Figure supérieure de gauche est une Coupe transversale de l'Épisperme ; l'inférieure est une Coupe longitudinale.)

du *Theobroma Cacao*, L.) est un aliment agréable, constitué par des graines de cacao torréfiées, débarrassées de leur épisperme et réduites toutes chaudes

en pâte extrêmement fine. Aucun corps étranger ne doit s'y trouver mélangé. Les falsifications les plus fréquentes consistent en glands légèrement torréfiés, farines de froment, de maïs, de légumineuses, en empois d'amidon, etc.

Pour l'examen microscopique, on broie finement une petite quantité de la substance. Une partie est

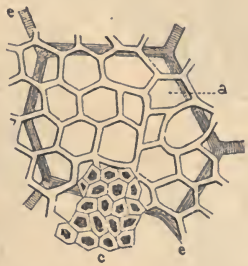


Fig. 229. — Tissus de la Moutarde noire. — *ee* Bandelettes superficielles; *c* Couche de Cellules pierreuses; *a* Couche à Gluten.

mélangée de glycérine étendue, l'autre est agitée quelque temps avec de l'eau, filtrée et examinée.

Le *Cacao* a divers éléments qui le distinguent essentiellement des substances que l'on y mélange frauduleusement. Il faut mentionner d'abord des cellules allongées cylindriques renflées en massue ou en forme d'aiguilles, empilées en coupe transversale et çà et là en coupe longitudinale. Ces cel-

lules portent le nom de *corpuscules de Mitscherlich*. Rappelons encore les cellules des cotylédons, polygonales, brunes, riches en fécule et en matières grasses; d'autres cellules enfin, mêlées aux pre-

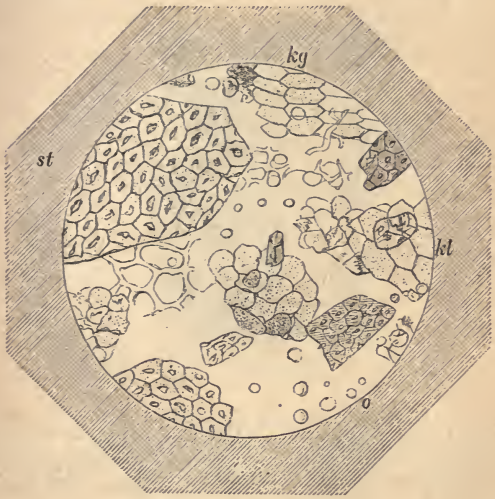


Fig. 230. — Poudre de Colza. — *st* Cellules pierreuses; *kg* Cellules de l'Embryon; *o* Gouttelettes d'Huile; *kl* Cellules glutineuses.

mières ou rangées en file et contenant une matière colorante rouge.

Sous le microscope on aperçoit des globules graisseux sphériques et quelquefois, mais pas toujours, des cristaux prismatiques incolores.

Traitée par l'acide sulfurique étendu, la matière colorante devient rouge sang : elle passe au violet par l'acide acétique, au bleu par le chlorure ferrique, ce qui dénote la présence du tannin.

Les grains de fécule du cacao sont agglomérés :

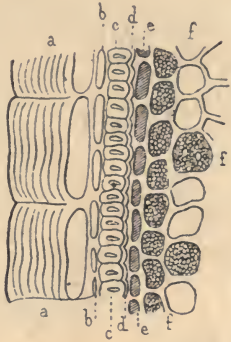


Fig. 231. — Fragment d'une Coupe transversale de la Graine de Lin. — *aa* Épiderme; *bb* Couche sous-épidermique; *cc* Couche de Cellules fibreuses; *dd* Couche de Cellules prolongées transversalement et à Parois minces; *ee* Couche de Cellules à Pigment; *ff* Tissu du Péricarpe.

ils sont très petits à la coupe (0mm005 à 0mm008).

Le *Chocolat* est un produit artificiel composé, possédant un goût agréable. Délayé dans l'eau bouillante ou le lait, il fournit une boisson nourrissante, riche en mucilage et dans laquelle le cacao est tenu en suspension. A cette fin, il faut ajouter

de la fécule. Le commerce livre différentes sortes de chocolat. Les plus estimées sont des mélanges à parties égales de cacao et de sucre, additionnés de diverses épices. — Les sortes les moins estimées et

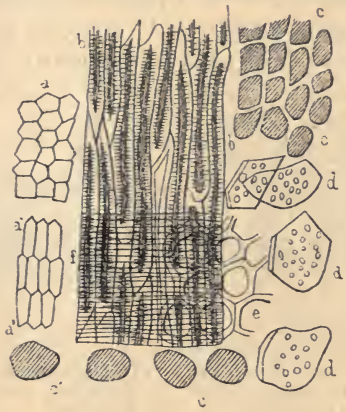


Fig. 232. — Éléments organiques de la Graine de Lin (de la Farine de Tourteaux de Lin). — *dd* Fragments de la Cuticule; *c'c'* Masses de Matière colorante isolées des Cellules *cc*; *a'a'* Tissu de l'Albumen et de l'Embryon; *e* Couche sous-épidermique; *bb* Couche de Cellules fibreuses; *f* Couche de Cellules prolongées transversalement et à Parois minces.

les moins chères renferment, outre les substances déjà citées, de l'amidon, de la farine de blé, de maïs, de riz. Ces chocolats communs, employés pour l'usage culinaire, contiennent toujours une certaine quantité d'amidon. Ces qualités inférieures n'ont

besoin, pour la préparation culinaire, d'aucune addition de farine ou de fécule, addition indispensable pour les qualités les plus chères. C'est ce qu'il faut faire ressortir pour empêcher qu'on ne regarde comme une falsification la présence de cette matière étrangère dans le chocolat. Le chocolat, pour devenir la boisson de ce nom, doit prendre une certaine consistance.

Fig. 233.

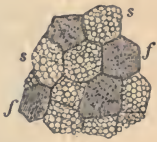


Fig. 234.

Cacao.

m Corpuscule de Mitscherlich; *k* Cristaux de Théobromine; Gross. 120 à 150.

s Cellules contenant de la Fécule; *f* Cellules à Matière colorante; Gross. 150.

Veut-on examiner du chocolat au microscope, on le broie à froid. On en sépare les matières grasses par un lavage à l'éther, le sucre par un lavage à l'eau tiède (30 à 35°). On porte alors sur l'objectif le résidu insoluble dans l'eau et dans l'éther.

Le cacao de Hollande est la poudre des graines de cacao traitées par une lessive de carbonate de soude. On y observe certains éléments anatomiques du cacao à l'état de déformation.

Poudre de Chocolat. — On désigne sous ce nom un succédané du chocolat. C'est une poudre très bon marché qui, délayée dans l'eau ou le lait bouillant, fournit une boisson analogue par son goût et son aspect au chocolat véritable. Il y entre 10 % de

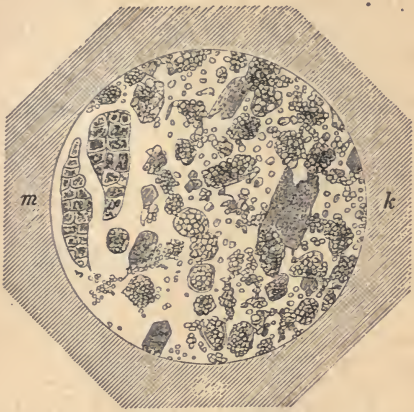


Fig. 235. — Poudre de Cacao. — *k* Fécule de Cacao; *m* Corpuscule de Mitscherlich.

cacao, 19 % de farine grillée ou non, 70 % de sucre et 1 à 2 % de terre rouge d'Arménie.

Café (graine du *Coffea arabica*, L.). — L'examen microscopique du café n'a sa raison d'être qu'avec du café moulu. On en broie une petite quantité en poudre très fine: on épuise par l'éther pour dis-

soudre les matières grasses. On traite une seconde fois par l'eau ou l'alcool concentré en faisant des expériences parallèles avec du café de bonne qualité. S'il restait dans le sillon des grains de café, des

Fig. 236. — Éléments organiques de la Farine de Pâte d'Amandes. — *cc* Cellules pierreuses; *dd* Fragments de Vaisseaux à Spires; *aa* Tissu de l'Albumen et de l'Embryon de la Graine; *bb* Gouttes de Graisse isolées en Rapport avec la Substance albumineuse du Contenu cellulaire.

débris du spermoderme, on apercevrait au milieu du café brûlé et réduit en poudre des cellules pierreuses, jaunes, épaisses, en forme d'aiguille et pourvues de nombreux canalicules. Du reste, ces cellules ne se trouvent qu'en petit nombre; le tissu de l'albumen domine. Les cellules en sont polyé-

driques, à parois épaisses et munies de nombreux canalicules. Elles renferment des substances albuminoïdes amorphes, de l'amidon, de la glucose, de l'acide cafétannique, des gouttelettes d'huile. Quand on traite la préparation par la solution d'iode,

Fig. 237. — Éléments organiques du Guarana. — *aa* Cellules amylacées; *bb* Cellules pierreuses; *cc* Grains d'Amidon isolés; *e* Groupe de Cristaux.

l'amidon passe au bleu foncé, le tissu cellulaire et les substances albuminoïdes au jaune, les gouttelettes graisseuses au jaune foncé ou au jaune verdâtre. En examinant en même temps du café de bonne qualité on a un terme de comparaison pour

distinguer les éléments anatomiques qui n'appartiennent pas au café.

Les falsifications du café brûlé et moulu consistent dans l'addition de chicorée, de fécule, de farine de glands ou de légumineuses torréfiées. Aussi trouve-t-on dans le commerce du café de pois-chiches, d'amandes grillées et de chou rouge [1].

Fig. 238. — Cellules pierreuses fusiformes du Spermoderme des Grains de Café.

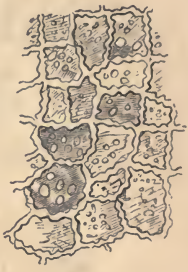


Fig. 239. — Portion de Tissu des Grains de Café.

Le café de chicorée est fabriqué au moyen des racines de chicorée cultivée (*Cichorium Intybus*) réduites en poudre très fine et torréfiées. Cette racine contient du sucre en quantité beaucoup plus consi-

[1] Cette dernière falsification ne s'opère jamais en France. Elle est au contraire assez commune en Allemagne où le chou rouge entre si fréquemment dans l'alimentation.

dérable que la racine de la plante sauvage. Les produits livrés par le commerce renferment aussi d'autres racines grillées, telles que betteraves, carottes, un peu de farine torréfiée. Il ne faut pas considérer la présence de ces substances comme une falsifica-

Fig. 240. — Café et Café de Chicorée. — *a* Café pur; *b* Café de Chicorée; (Gross. 100 à 120).

tion, car ce mélange est recherché du consommateur. Il faut donc comprendre aujourd'hui sous le nom de *café de chicorée*, non pas seulement de la racine de chicorée torréfiée, mais un succédané du café.

Le populaire demande au marchand de la chicorée

et en reçoit un paquet sur lequel est écrit le nom de *succédané du café*. Si nous donnons ici des figures représentant les éléments des tissus, c'est pour le cas où l'on aurait à examiner au microscope de la chicorée pure.

Les vaisseaux réticulés ne manquent pas dans la

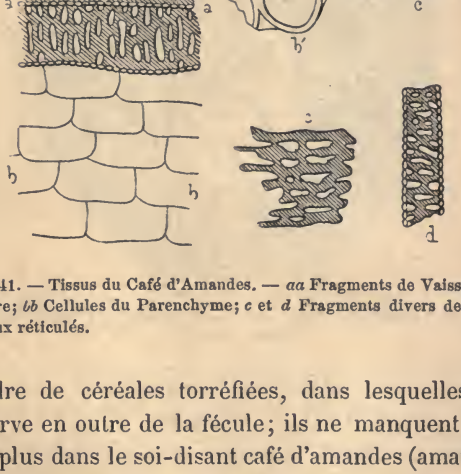


Fig. 241. — Tissus du Café d'Amandes. — *aa* Fragments de Vaisseaux à Spire; *bb* Cellules du Parenchyme; *c* et *d* Fragments divers de Vaisseaux réticulés.

poudre de céréales torréfiées, dans lesquelles on observe en outre de la fécule; ils ne manquent pas non plus dans le soi-disant café d'amandes (amandes de terre grillées, tubercules du *Cyperus esculentus*).

Les glands grillés, (café de glands), se reconnaissent à leurs grains de fécule plus ou moins

oblongs ou réniformes, munis d'un hile assez long. Ces grains de fécule ont quelque ressemblance avec

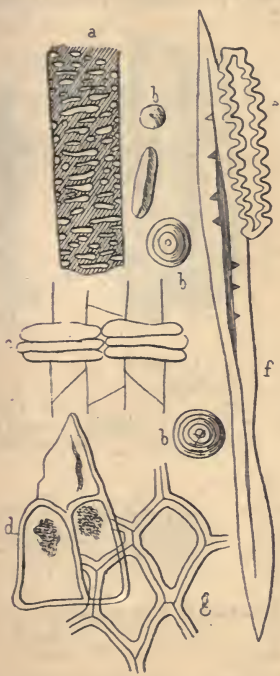


Fig. 242. — Tissus du faux Café, dit Café d'Orge. — *f* Fibre corticale avec Cellule épidermique (*e*) qui y est attachée et provient d'une Paillette d'Orge; *a* Portion d'un Vaisseau réticulé; *g* Cellules du Parenchyme; *bb* Grains d'Amidon; *c* Cellules transversales; *d* Cellules de Gluten, du Grain d'Orge.

ceux de nos légumineuses, mais ils sont moitié moins longs. Leur longueur varie de $0^m,025$ à $0^m,035$. La poudre de glands, grâce à la présence

du tannin, passe au bleu foncé par l'action du chlorure ferrique étendu.

On appelle *café de figues*, des figues grillées con-

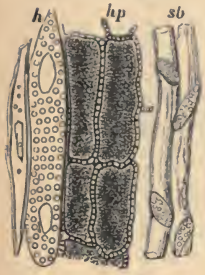


Fig. 243.

h Tissu ligneux; *hp* Cellules du Parenchyme ligneux; *sb* Vaisseaux cribreux.

Fig. 244.
Chicorée.

ng Vaisseaux réticulés.

Fig. 245.

m Vaisseaux latic fères généralemer ramifiés en Réseau

Fig. 246. — Grains de Fécule de Glands.
a Gross. 120. *b* Gross. 200.

cassées et réduites en masse grossière ou en poudre. Ici on remarque au microscope de grosses cellules, du parenchyme, contenant des glandes cristallifères (oxalate de chaux), plus loin de petites cellules

pierreuses de la graine, quelques poils appartenant à l'épiderme et des vaisseaux laticifères fourchus.

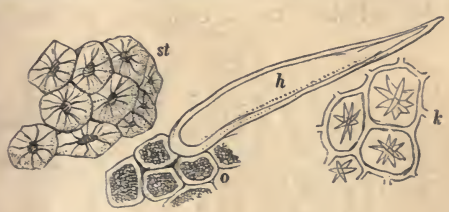


Fig. 247. — Café de Figues. — *st* Cellules pierreuses de la Graine; *h* Cellules à Cristaux; *h* Poil; *o* Cellules de l'Épiderme.

Fig. 248. — Éléments du Tissu de la Feuille de Thé. — *bb* Épiderme avec des Stomates (*dd*) et un Poil (*aa*); *d* Cellules pierreuses branchues dans le Parenchyme (*cc*) de la Feuille, contenant la Chlorophylle.

Sang. — Le sang normal est constitué par un liquide aqueux, hyalin, dans lequel nagent des cel-

lules rouges ou incolores, que l'on appelle *globules du sang*. On considère ces globules, tantôt comme étant des cellules, tantôt comme n'en étant pas,

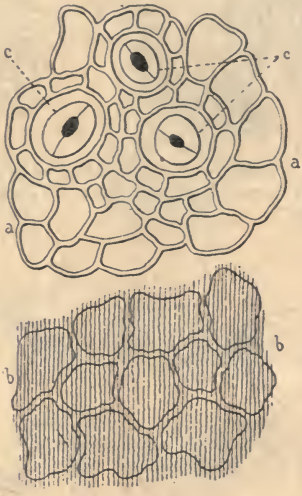


Fig. 249 et 250. — Portion de l'Épiderme de la Face inférieure *aa*, et de la Face supérieure *bb*, de la Feuille de Maté; *cc* Stomates.

bien qu'elles aient toutes les propriétés qui appartiennent à la cellule vivante.

Les globules rouges, qui dans le sang de l'homme sont bien plus nombreux que les autres, apparaissent au microscope sous forme de disques biconcaves,

transparents, incolores ou jaunâtres et prenant sous l'influence de l'eau l'apparence de petites bulles

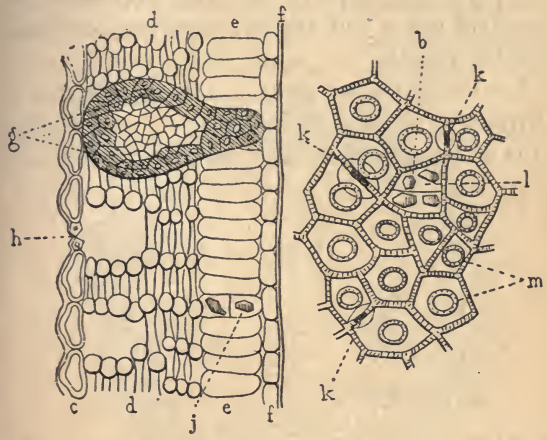


Fig. 251 et 252. — La Figure de gauche représente un Fragment d'une Coupe transversale d'une Feuille de Coca. — *ff* Épiderme de la Face supérieure; *c* Épiderme de la Face inférieure; *ee* Couche de Cellules en Forme de Cylindre court; *dd* Tissu plus lâche de la Couche inférieure du Parenchyme; *g* Faisceau vasculaire; *j* Cristaux d'Oxalate de Chaux; *h* Stomate.

La Figure de droite représente l'Épiderme de la Face inférieure vu de Face; *k* Stomates; *m* Élévation en Forme de Verrues des Cellules de l'Épiderme; *b* Cristaux d'Oxalate de Chaux.

hyalines. Empilés les uns sur les autres, les globules ont souvent l'aspect de rouleaux de monnaie (fig. 255). Si on fait pénétrer une goutte d'une solution de sulfate de soude entre les deux lames de

la préparation, on observe une contraction de ces éléments. La partie obscure s'approche davantage des bords du disque; ces bords eux-mêmes se montrent peu à peu altérés, anguleux, déchirés, dentés, crénelés.

Les leucocytes ou globules blancs, globules de la lymphe, ne se rencontrent qu'en petit nombre dans un échantillon de sang normal. On en trouve

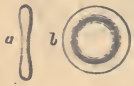


Fig. 253 et 254.

Fig. 255.

Globules du Sang.

Gross. 1200; *a* Globule vu de Profil; *b* vu de Face.

Globules libres on réunis en Pile de Monnaie. Gross. 500.

au maximum 5 pour 1000 globules rouges. Ils sont environ un tiers de fois plus gros que ces derniers et présentent à un fort grossissement une surface finement granulée et par suite des contours délicatement crénelés.

Quand on abandonne pendant quelques minutes une goutte de sang sur le porte-objet, les globules se froncent et on les trouve alors le plus souvent avec un bord dentelé; il arrive parfois qu'en des-

séchant rapidement le sang à l'étuve ou à la machine pneumatique, les globules gardent leur forme.

Comme le sulfate de soude, d'autres réactifs détruisent les globules sanguins : les acides faibles et les solutions alcalines faibles, mais jamais les les-

Fig. 256. — Globules rouges. — Gross. 200; *a* dans le Sang frais; *b* après l'Action de l'Eau; *c* dans le Sang desséché.

sives alcalines concentrées. Les globules déjà desséchés nagent dans ce dernier réactif et n'en deviennent que plus visibles. Sur une goutte de sang sorti de la veine, on retrouve les globules rouges englobés dans un réseau de fibrine.

Chez les mammifères, les globules sont le plus

souvent arrondis. Chez l'homme ils sont discoïdes et biconcaves. Chez les autres mammifères, à part les ruminants, ils sont plus petits. (Le chameau, le dromadaire, le lama les ont en effet plus gros : ils sont chez eux elliptiques et bi-convexes.) Ceux des oiseaux sont elliptiques, un peu saillants au milieu. Ceux des poissons et des amphibies sont le plus souvent allongés ou elliptiques, plats ou un peu convexes; chez les amphibies, ils sont très gros.

Le diamètre transversal des globules sanguins diffère chez les diverses espèces :

	mm.		mm.
Homme . . .	0,0074	à	0,0080
Cochon . . .	0,0060		0,0065
Bœuf	0,0054		0,0060
Brebis. . . .	0,0040		0,0048
Lièvre	0,0065		0,0070
Cheval. . . .	0,0060		0,0055
Chien	0,0070		0,0075
Coq	0,0070		0,0081 de large.
»	0,0120		0,0135 de long.

Quand on étudie une substance contenant du sang, on examine ordinairement comment elle se comporte avec l'eau.

On recouvre la substance d'une ou deux gouttes d'eau. Si on a affaire à du sang desséché, on voit la

surface se gonfler plus ou moins, suivant que ce sang est desséché depuis plus ou moins longtemps. L'eau tout d'abord jaune devient rougeâtre, enfin rouge foncé. Si on en sépare une goutte, l'examen

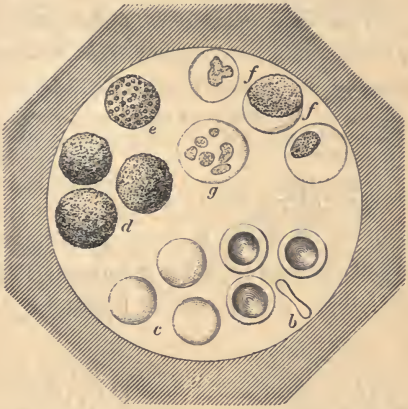


Fig. 257. — Globules du Sang. — Gross. 8 à 900; *b* Globules rouges vus de Face et de Profil; *c* Globules rouges après Macération dans l'Eau; *d* Globules blancs; *e* les mêmes chargés de Granulations graisseuses; *f* les mêmes après l'Action de l'Eau; *g* les mêmes après l'Action de l'Acide acétique.

avec un verre grossissant montre un réseau de fibrine dans les portions mouillées par le liquide. Si l'on traite alors par une solution étendue d'iodure de potassium ioduré, le mélange se colore en brun foncé.

Quand on est en présence d'une assez grande quantité de substance analogue à du sang, on en prend la valeur d'un grain de moutarde ou tout au plus d'une lentille, on mélange dans une éprouvette avec

Fig. 258

Fig. 259.

Globules du Sang
dans le Sang desséché lentement. Gross. 600.
dans le Sang desséché rapidement. Gross. 600.

quelques centimètres cubes d'eau distillée, on agite doucement et on laisse quelque temps en contact. Quand l'eau est colorée, alors même que l'agitation a été très faible, il se forme de l'écume à la sur-

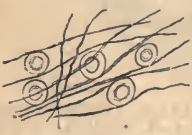


Fig. 260.

Fig. 261.

Globules du Sang
dans le Sang épanché. Gross. 600.
chez l'Oiseau.

face. Cette propriété du sang étendu d'eau se nomme la *spumescence ;* c'est ce que l'on observe sur une goutte de liquide placée sur le porte-objet lorsqu'on élève et qu'on abaisse successivement le couvre-objet.

La solution aqueuse de sang exposée directement au jour présente le phénomène du dichroïsme, c'est-à-dire qu'à la lumière directe, elle paraît jaune ou rouge, à la lumière réfléchie verte ou verdâtre.

La couleur rouge du sang doit être attribuée à l'hémoglobine; cette hémoglobine est constituée par une substance albuminoïde et par de l'hématine (matière colorante contenant du fer). Si l'on fait agir sur cette combinaison des acides ou des alcalis, elle est détruite, et la matière colorante du sang ou hématine mise en liberté se dépose en plus ou moins grande quantité sous forme de cristaux. Aussi cette matière colorante du sang a-t-elle été nommée plus tard *hématocristalline.*

Fig. 262.
Cristaux d'Hématine grossis.

Dans les recherches microscopiques, un excellent réactif pour isoler les globules rouges du sang desséché et aussi pour séparer l'hématine de sa combinaison avec la substance albuminoïde, c'est le mélange suivant, dont la formule a été donnée par Roussin : Glycérine 3, acide sulfurique 1, eau 35.

La matière colorante du sang des mammifères (et non pas des oiseaux) peut cristalliser spon-

tanément, suivant certaines formes cristallines presque toujours déterminées et différentes selon les espèces. Les cristaux prismatiques dominent chez l'homme et chez beaucoup de mammifères, les tétraèdres chez le cochon Inde et la souris, les

Fig. 263. — Cristaux de Chlorhydrate d'Hématine ou Hémine (Teischmann).

tables hexagonales chez l'écureuil, les rhomboèdres chez le hamster. Pour déterminer la forme de ces cristaux, il faut, d'après Funke, mettre sur le porte-objet une goutte de sang et ajouter une goutte d'eau, après exposition à l'air pendant trois ou quatre minutes. On souffle dessus plusieurs fois, on recouvre

d'une lamelle et on place le tout à la lumière pour activer l'évaporation. Il est bon de frotter préalablement à l'aide d'un morceau de soie la surface du couvre-objet, où doit être placée la goutte de sang. Par ce procédé, la cristallisation ne réussit pas facilement : il est nécessaire de disposer en même temps deux ou trois préparations.

Il importe de connaître la forme des cristaux d'hémine pour la recherche des taches de sang (Teischmann). L'hématine a une puissante affinité pour l'acide chlorhydrique, et cette combinaison a une grande tendance à cristalliser. Les cristaux de Teischmann sont des cristaux de chlorhydrate d'hématine. Pour les mettre en évidence dans des taches de sang, on traite ces taches par l'eau (2 ou 3 centimètres cubes). On ajoute quelques gouttes d'acide acétique et environ 1 centigramme de sel de cuisine. Lorsque quelques gouttes de la solution ont été évaporées sur le porte-objet à l'étuve tiède, on observe au microscope des cristaux de chlorhydrate d'hématine, rouge brun en forme d'aiguilles rhomboédriques ou de petites tables. Pour obtenir ces cristaux, on peut aussi les extraire de la masse sanguine desséchée et réduite en poudre, après addition d'une quantité insignifiante de sel marin, d'éther alcoolisé et de quelques gouttes d'acide acétique cristallisable. On laisse évaporer après fil-

tration à l'amiante. L'addition de sel marin sert à remplacer les chlorures qui se trouvent normalement dans le sang, au cas où celui-ci aurait été exposé à l'action de l'eau.

Le sang putréfié ou desséché depuis longtemps, laisse déposer ces cristaux. Brucke donne la méthode suivante pour l'examen des taches de sang : on fait un extrait à froid et à l'eau distillée de la tache. On ajoute un petit grain de sel au liquide et on dessèche dans un verre de montre, à l'air libre ou sous la cloche de la machine pneumatique au-dessus de l'acide sulfurique concentré. On examine alors le verre de montre au microscope pour voir s'il ne s'y trouve pas quelques cristaux analogues à ceux d'hémine et susceptibles d'être confondus avec eux. On humecte alors le verre de montre avec de l'acide acétique que l'on fait ensuite évaporer à l'étuve, à la température de 50 à 80 degrés centigrades ; on verse une goutte d'eau distillée sur le verre de montre et on dispose le résidu sur le porte-objet du microscope. Une tache de sang de la largeur d'un haricot fournit des milliers de ces cristaux d'hémine jaunes ou bruns, en tables rhomboédriques, en prismes couchés les uns sur les autres. Ceux-ci sont insolubles dans l'acide acétique, l'acide chlorhydrique, l'alcool, l'eau, solubles par contre dans les alcalis et l'acide sulfurique concentré. Du

reste, on arrive plutôt au résultat quand on gratte la tache suspecte sur l'étoffe, le métal ou le bois, et qu'on en fait bouillir le résidu dans un tube à essai avec de l'acide acétique. On filtre rapidement le liquide chaud et on dessèche à l'étuve dans une capsule plate. Quand le sang est frais, l'addition du sel n'est pas nécessaire.

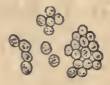


Fig. 264. Cellules épithéliales. (Cross. 200.)

Mucus. — Pus. — *Mucus.* — Le mucus, produit de secrétion des muqueuses animales, est un liquide filant, transparent et épais, tenant en suspension des cellules épithéliales (cellules de la couche externe de la muqueuse). Ce liquide provient des éléments épithéliaux, qui apparaissent au microscope sous forme de cellules incolores rondes, granuleuses, isolées ou réunies, et qui renferment à leur centre un ou plusieurs noyaux.

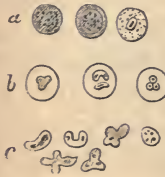


Fig. 265. — Cellules du Pus (environ 400); *a* Globules du Pus; *b* les mêmes après l'Action de l'Acide acétique; *c* Noyaux libres des Globules de Pus sortis des Cellules et en Train de se diviser.

Pus. — Il est difficile de distinguer les globules du pus de ceux du mucus. Cependant, quand on est exercé à l'examen de ces deux liquides, on les dis-

tingue bien vite avec sûreté. Les globules du pus apparaissent au microscope sous forme de cellules rondes, faiblement granulées, munies d'un noyau à 2, 3, 4 fentes, de forme oblongue, ou en fer à cheval, etc., etc. Les contours sont plus souvent

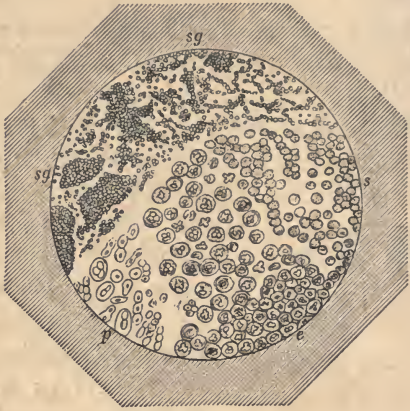


Fig. 266. — Mucus — Pus. — *sg* Mucus; *s* les mêmes à un plus fort Grossissement; *e* Globules de Pus; *p* Ferments (environ 150).

vagues que définis. Sous l'influence de l'acide acétique étendu, ces globules se gonflent; leurs granulations disparaissent, ils deviennent hyalins et les noyaux dont nous avons parlé plus haut n'en sont que peu visibles.

Cellules de la Lymphe. — Les globules de la

lymphe ou du chyle sont des cellules à granulations peu marquées, qui, sous l'influence de l'acide acétique étendu, se résolvent en leurs éléments constituants.

Fig. 267. — Corpuscules de la Lymphe. — *a* Les mêmes après Macération dans l'Acide acétique.

Les crachats de la tuberculose pulmonaire renferment des cellules muqueuses et épithéliales, du pus, plus ou moins de globules rouges et des fibres élastiques de couleur foncée provenant du parenchyme pulmonaire.

Ferments. — *Cryptococcus Cerevisiæ*, *Saccharomyces Cerevisiæ* (Meyen). — Ce ferment est une

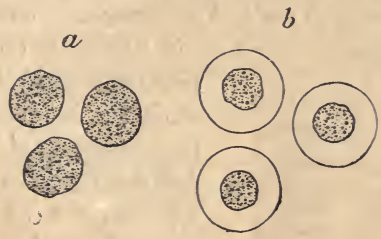


Fig. 268 et 269. — *a* Corpuscules lymphatiques des Ganglions d'un Mammifère; *b* les mêmes après l'Action de l'Acide acétique étendu. (Gross. 400 environ.)

algue unicellulaire, l'agent principal de la fermentation de la bière. Il se trouve dans le pain, dans

l'urine fermentée et souvent comme parasite végétal dans l'estomac et la bouche de l'homme. Il se développe partout où le sucre est détruit par la fermen-

Fig. 270. — Coupe d'un Poumon tuberculeux (environ 300). — *a* Globules du Pus; *b* Cellules épithéliales; *c* Globules sanguins; *d* Fibres élastiques.

tation et se multiplie par division et bourgeonnement. Rond ou ovale, il est transparent ou incolore.

Sarcines. — *Sarcine de l'Estomac* (*Merismopedia ventriculi*). C'est une algue de la famille des Chroococcacées et de l'ordre des Cystiphores : elle est composée de cellules dont les couches constituent un groupe tabulaire. Le cytioderme est résistant, muqueux, le plus souvent blanc grisâtre ou jaune, le cytioplasma est bleuâtre. Cette algue se divise le plus souvent en quatre cellules formant un

Fig. 271. — Ferment, *Cryptococcus Cerevisiæ*. — *a* Gross. 150 à 200; *b* 750 à 900.

carré ; on la trouve dans l'estomac, et sa présence ne constitue pas un état pathologique

Le *Merismopedia punctata* de Meyen (*M. Kuetzingii*) a des dimensions un peu plus considérables : le substratum est vaguement délimité, presque in-

Fig. 272. — *Merismopedia ventriculi.* Fragments d'une Masse dissociée. Gross. 450.

Fig. 273. *Merismopedia punctata.* Gross. 800.

colore : il y a un cytioplasma à lamelles vert pâle ; cette algue se trouve dans les mares, les lacs à eaux stagnantes.

Le *Merismopedia urinæ*, espèce très petite, se développe dans la vessie de l'homme, le *M. renis* dans le rein.

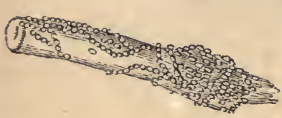


Fig. 274. — Favus occupant la Racine et la Base du Cheveu.

Teigne. — Favus. — Le *Favus* (*Achorion Schœnleinii*) est la cause de la teigne. Ce parasite végétal s'insinue dans les gerçures du cuir chevelu, dans le bulbe pileux, produit l'inflammation et la suppuration du cuir chevelu, et détruit le cheveu en faisant pénétrer les filaments

de son mycelium au milieu même des fibrilles de l'organe.

Muguet. — Champignons de la Langue. — Vibrions. — Oscillaires. — Le muguet (*oïdium albi-*

Fig. 275. — Muguet (fortement grossi) d'après Robin. — *a* Cellules épithéliales de la Muqueuse buccale recouvertes par les Filaments du Muguet *b*, et par les Spores de ce Parasite.

cans) est un champignon filiforme qui se présente souvent comme parasite et constitue chez les enfants ce que l'on appelle le *mal blanc*. Il consiste en spores

et en mycélium filiforme qui se développe dans l'épaisseur et au-dessous de la membrane muqueuse dont il amène l'ulcération. La muqueuse attaquée par le muguet semble couverte de plaques caséuses. Cet organisme ne doit pas être confondu avec le *Leptothrix buccalis* (de Robin), algue parasite qui se trouve sur toutes les langues, entre toutes les dents et consiste en filaments allongés peu ou pas recourbés, bien plus fins et peu ramifiés. Cette algue appartient aux Oscillariées, famille dont les représentants sont filiformes et doués de mouvements propres : ces Leptothricées cependant n'ont pas de mouvements d'oscillation ou bien ces mouvements sont très lents. Au contraire, deux autres sous-familles des Oscillariacées, les Oscillaires et les Spirillinées sont douées de mouvements très rapides, oscillants, rampants, spiraux, si bien qu'on prenait autrefois ces plantes pour des animaux. Elles paraissent pourtant ne représenter qu'un pas-

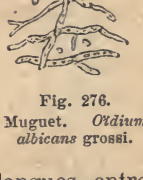


Fig. 276.
Muguet. *Oïdium albicans* grossi.

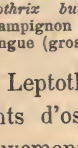


Fig. 277.
Leptothrix buccalis. Champignon de la Langue (grossi).

Fig. 278.
Vibrio lineola à gauche; grossi en haut 50 fois, en bas 300 fois. — *Vibrio bacillus* à droite (750).

sage entre les deux règnes. Dans les Spirillinées se rangent les vibrions qui, en forme de fils cylindriques soit libres, soit dans leur mucus naturel, ont des mouvements très vifs. Ils accompagnent ordinairement la fermentation lactique ou butyrique : on les trouve dans le mucus, entre les dents, entre les doigts de pied, quelquefois dans l'urine. Le *Spirillum volutans* est anguiforme, articulé et roulé en spirale.

Fig. 279.
Spirillum volutans.
Gross. 750.

Parmi les Oscillaires, le genre *Beggiatoa* habite beaucoup d'eaux thermales et d'eaux sulfureuses naturelles : il est doué de mouvements d'oscillation, il est piliforme, très grêle, très transparent et très raide. La *Beggiatoa alba* est renfermée dans un mucus blanc et constitue de longs prolongements filiformes avec du cytioplasma granuleux. La *Beggiatoa nivea* est transparente, vaguement articulée. Le genre *Oscillaria* est doué d'un triple mouvement ; il est articulé et tantôt enveloppé d'une gangue muqueuse, tantôt

Fig. 280 et 281.
a Beggiatoa alba; b Beggiatoa nivea (grossies).

Fig. 282.
Oscillaria viridis (grossie); *a* un Article vu de Face.

enfermé dans un tube étroit, cylindrique, ouvert aux deux extrémités. Les articles vus de face sont discoïdes et munis tout autour de petits nœuds ponctiformes. Le *Chamæsiphon incrustans* est une Oscillaire parasite très petite d'environ 0mm,01 de long. Cette algue est très serrée, présente des articles peu distincts, mais des articles terminaux très nets et des tubes d'enveloppe très délicats. Elle habite sur d'autres algues et les incruste.

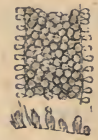


Fig. 283. *Chamæsiphon incrustans.* — *a* Gross. 200; *b* Gross. 1200.

Fig. 284. *Anabæna circinalis* (grossi).

Les *Spermosirées* sont encore des algues intéressantes par leur disposition moniliforme. Le genre *Anabæna* a des articles sphériques ou elliptiques et des spores jaune d'or ou brun jaune. L'*Anabæna circinalis* se trouve dans les eaux stagnantes.

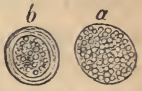


Fig. 285 et 286. *a Microcystis violacea; b Anacystis marginata.*

Parmi les algues, il faut encore mentionner dans la famille des Chroococacées, le *Microcystis*, formé de cellules sphériques fortement serrées les unes contre les autres et contenues dans une cellule-mère. Le *Microcystis* (*Glœocapsa violacea*) a une coloration violette ; on le trouve sur les carreaux

de vitre et sur les murs des caves humides. *L'Anacystis*, qui appartient à la même famille et que l'on trouve flottant sur les eaux stagnantes, se compose de nombreuses cellules sphériques nichées dans le mucus et recouvertes d'une enveloppe commune composée de plusieurs couches.

Diatomées. — Les Diatomées sont des algues unicellulaires : elles fournissent plusieurs test-objets microscopiques. Elles n'ont pas de chlorophylle,

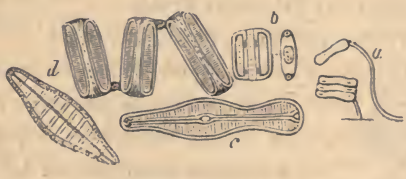


Fig. 287. — Diatomées. — *a Achnantes exilis; b Diatomella; c Gomphonema; d Diatoma vulgare.*

mais, par contre, il y a dans leur cytioplasma une matière colorante jaune ou brune, qui devient verte quand elles meurent ou quand on les humecte avec un acide. Tantôt elles nagent librement dans l'eau, tantôt elles se développent sur un pédicule, ou encore englobées dans du mucus, dans l'eau ou en dehors. Les cellules forment deux valves symétriques réunies par une substance intercellulaire, soluble dans l'acide nitrique. La membrane d'enveloppe (cytioderme) des diatomées n'est pas formée de

cellulose comme dans la plupart des autres algues, mais de silice qui résiste à la putréfaction et aux températures les plus élevées. La forme de cette cuirasse siliceuse est très variable, arrondie, cylindrique, prismatique, quadrangulaire, naviculaire, cunéiforme etc., présentant souvent des épaississements symétriques, qui ornent cette carapace de dessins variés.

Quelques familles de ce groupe, les *Naviculacées* et les *Synédrées* par exemple, ont un mouvement en apparence volontaire; elles nagent dans l'eau ; mais si elles se heurtent à un obstacle, elles reculent et cherchent de nouveau à aller en avant, ne changeant leur direction que d'un angle très aigu. L'obstacle persiste-t-il, elles se retirent tout à fait sans se retourner. Ces mouvements les ont fait prendre pour des Infusoires. Les carapaces siliceuses des Diatomées forment de vastes landes dans le Lunebourg[1]. La farine des montagnards suédois, qui, mélangée à de la farine de blé, a constitué l'aliment des années de disette, n'est autre chose que la carapace siliceuse de Diatomées mortes. On trouve ces algues dans presque toutes les eaux naturelles, soit comme parasites sur des plantes aquatiques, soit

[1] Les carapaces des diatomées constituent la majeure partie du produit connu dans le commerce sous le nom de Tripoli.

englobées dans une masse gélatineuse brunâtre qui enveloppe les rochers d'un enduit humide. On les trouve souvent en telle quantité qu'on les prend pour de la vase.

Lait. — *Lait de Vache.* — C'est un liquide émul-

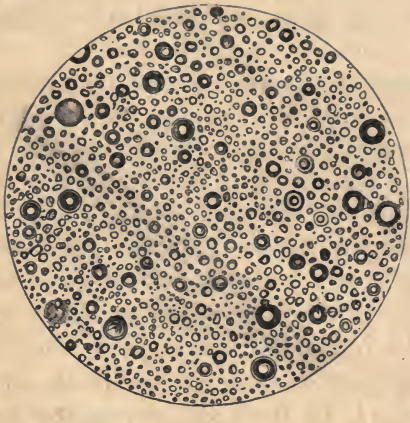


Fig. 288. — Lait. Gross. 500.

sionné bien connu, qui renferme divers sels, du sucre de lait, de la caséine et dans lequel on voit nager une matière grasse (beurre) sous forme de petites gouttelettes qui, au microscope, paraissent très nettement délimitées, homogènes et transparentes. Chaque gouttelette est recouverte d'une

couche de caséine, qui empêche que les gouttes de graisse ne s'agglomèrent. Sous le microscope, le lait constitue un liquide clair, contenant des gouttelettes graisseuses en suspension.

Quand on le laisse reposer, le lait se divise en deux couches, l'une inférieure, pauvre en matière grasse, l'autre en contenant beaucoup au contraire: celle-ci porte le nom de *crème*. La couche qui est

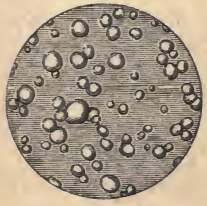


Fig. 289. — Lait de Vache en Partie écrèmé. Gross. 500.

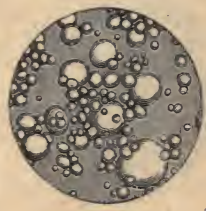


Fig. 290. Crème. Gross. 500.

séparée de la crème, appelée *lait écrèmé*, offre beaucoup moins de globules graisseux, et ceux qui y sont renfermés sont beaucoup plus petits. Les gouttelettes les plus grosses remontent les premières à la surface pendant le repos du lait et y forment la crème.

Le lait épais et jaune, que tous les mammifères (y compris la vache) donnent quelques jours avant et dans les premiers jours après la parturition,

s'appelle le *Colostrum*. Il est d'un goût fade, contient de l'albumine, un peu de caséine et de sucre de lait, mais surtout des globules de Colostrum, des cellules pleines de graisse, c'est-à-dire des cellules épithéliales, provenant des glandes mammaires. Sous le microscope, les globules graisseux du colostrum paraissent ordinairement mal délimités : ils sont de dimensions très inégales et réunis par groupes. On en trouve quelques-uns de gros, à peu près sphériques ; on rencontre aussi des amas de beurre à surface grenue : ce sont les globules propres au colostrum (corps granuleux de Donné). Quand on laisse reposer le lait, ces globules forment à la surface une couche de crême jaune foncé. Le colostrum lui-même est le plus souvent coloré en jaune pâle ou jaune franc. Il n'est nullement nuisible à la santé, mais seulement un peu purgatif : il est d'ailleurs très peu appétissant.

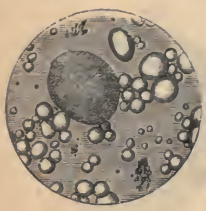


Fig. 291.
Colostrum. Gross. 500.

D'après certains auteurs, le lait et la crème seraient mélangés quelquefois, pour leur donner plus de consistance, avec la substance cérébrale de la brebis, débarrassée du sang et des méninges. Le lait ainsi falsifié a une couleur gris clair : il dépose par

le repos une masse blanche; sous le microscope, on reconnaît la substance cérébrale à ses fibres nerveuses verruqueuses et souvent moniliformes. On n'a pas de peine à reconnaitre des débris de capillaires, ramifiées se détachant sur une membrane parsemée de noyaux ovalés que l'acide acétique fait mieux ressortir.

A la suite d'un processus inflammatoire et de la

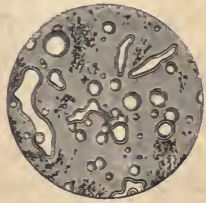


Fig. 292.
Lait mélangé de Pulpe cérébrale.
Gross. 500.

Fig. 293. — Lait mélangé de Globules de Pus. — *a* Gouttelettes graisseuses; *b* Pus.

formation de pus dans la mamelle, comme à la suite de certaines maladies des vaches, on trouve du pus dans le lait. Les globules du pus sont semblables aux globules du beurre, mais au commencement ils sont un peu plus gros, plus finement granuleux, et renferment un noyau. Ils figurent quelquefois des corpuscules granuleux à bords irréguliers, solubles dans la soude caustique, insolubles dans l'éther. Le

lait vu au microscope ne doit jamais contenir des globules semblables à des mûres et formés de pus

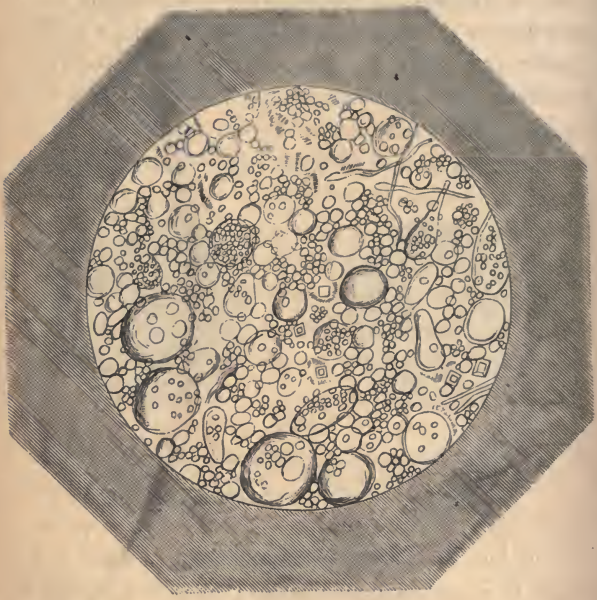


Fig. 294. — Beurre comestible. (Gross. 2 à 300.)

et de mucus. S'il en contient, il doit être rejeté impitoyablement comme nuisible à la santé.

Beurre. — Prenons une petite quantité de beurre de table ou beurre du commerce (la grosseur d'une

demi-lentille), réduisons-la par pression entre les deux lames en une couche mince, elle se présentera à un grossissement de 2 à 300 sous forme de gouttelettes rondes ou ovales, de grosseur différente, entremêlées de petits cristaux de sel marin.

Fig. 295.
a Globules de Pus; *b* les mêmes traités par l'Acide acétique étendu; *c* Corpuscules muqueux.

Le beurre fondu ou beurre à conserver, débarrassé ainsi des principes du lait, et le beurre falsifié par du suif et devenu graisseux, ne donnent pas au microscope ces globules caractéristiques. Ceux-ci, au contraire, sont plus ou moins apparents dans ce qu'on nomme le beurre artificiel.

Fig. 296. — Cellules de la Muqueuse vésicale fortement grossies.

Urine. — L'urine, et particulièrement l'urine pathologique, présente plusieurs éléments que l'on reconnaît et que l'on détermine à l'aide du microscope. Une goutte de l'urine émise limpide et une quantité correspondante de sédiments urinaires seront soumis à part à l'analyse microscopique.

Au nombre des éléments organiques qu'on peut trouver dans les urines figurent :

a) Du mucus, qui se présente sous forme de stries composées de petites granulations régulièrement rangées. Ne pas confondre avec les tubuli.

Fig. 297. Fig. 298.
Cellules épithéliales des Bassinets, des Calices et des Uretères (grossies).

b) Des corpuscules muqueux. (Voir page 210.)

c) Des globules sanguins. (Voir pages 201, 203.)

d) Des corpuscules du pus ou cellules du pus. (Voir page 209.)

e) Des tubuli et des cellules épithéliales. A la suite d'une desquamation pathologique des voies urinaires, on observe dans l'urine une augmentation des éléments anatomiques, tels que : Cellules épithéliales pavimenteuses de la muqueuse vésicale, des uretères, des bassinets, des calices, enfin ce que l'on nomme les *tubuli*, composés principalement des fragments épithéliaux des tubes cylindriques de Bellini.

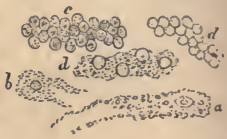


Fig. 299. — *a*, *b* Tubuli; *c*, *d*, *d* Cellules épithéliales des Tubes de Bellini avec des Globules sanguins.

f) Des spermatozoïdes.

g) Des cellules cancéreuses à côté de globules du pus et différents éléments de dégénérescence plus ou moins recouverts de cellules.

Fig. 300. — Formation cancéreuse grossie.

h) Des ferments. (Voir page 211.)

i) Des vibrions. (Voir page 214.)

Fig. 301. Ferments rossis.

Le sédiment seul ou acidulé d'acide chlorhydrique est placé sur le porte-objet ; on peut aussi évaporer l'urine sur le porte-objet lui même.

Divers éléments cristallisés peuvent s'y rencontrer :

a) L'*acide hippurique* se dépose en petite quantité dans l'urine refroidie ; il est en prismes ou en aiguilles translucides, terminés à leurs deux extrémités par deux ou quatre facettes, et appartenant au système de l'octaèdre rhomboïdal.

Fig. 302. Acide hippurique.

b) L'*acide urique* se présente sous diverses formes. Tantôt il est en tables rhomboïdales

lisses transparentes, orangées brunes ou jaunes. Tantôt ses angles s'émoussent, tantôt on observe des prolongements ressemblant à des aiguilles. Quand on précipite sur le porte-objet une solution alcaline d'acide urique par l'acide chlorhydrique, l'acide urique se dépose en cristaux courts, portant à leurs extrémités un renflement analogue au chapeau des champignons. Les cristaux d'acide urique présentent aussi l'aspect de pierres à aiguiser; quelquefois même ils se groupent et figurent alors un balai. On rencontre souvent deux de ces faisceaux réunis par leur base.

Fig. 303. — Cristaux d'Acide urique.

Fig. 304.
Urate acide de Soude.

Fig. 305.
Urate acide d'Ammoniaque.

c) L'urate acide de soude forme des groupes irréguliers de petits corpuscules granuleux.

d) L'urate acide d'ammoniaque est constitué par de petits grains terminés en pointe, isolés ou réunis.

e) Le phosphate ammoniaco-magnésien se présente en cristaux rhomboèdriques, ayant la forme de cercueils; leur solubilité dans l'acide acétique étendu permet de les séparer de l'oxalate de chaux, qui y est insoluble.

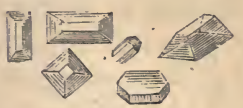


Fig. 306.
Phosphate ammoniaco-magnésien.

Fig. 307.
Oxalate de Chaux.

f) Les cristaux d'oxalate de chaux sont transparents, quadroctaédriques, ressemblent à des enveloppes de lettres ou à des sabliers.

g) L'urée donne, avec le chlorure de sodium, des cristaux qui, le plus souvent, ont la forme d'une croix.

Fig. 308.
Combinaison d'Urée et de Chlorure de Sodium.

Spermatozoïdes. — Cellules à Cils vibratiles. — Cercomonades. — Les spermatozoaires (spermatozoïdes, zoospermes) sont des éléments cellulaires. A un fort grossissement ils présentent un corps ovale aplati, terminé par une queue longue, fine et filiforme. Pendant leur vie, les mouvements des spermatozoïdes paraissent remarquablement vifs et rapides.

En réalité, ces mouvements sont naturellement très lents, car la puissance de l'objectif en aug-

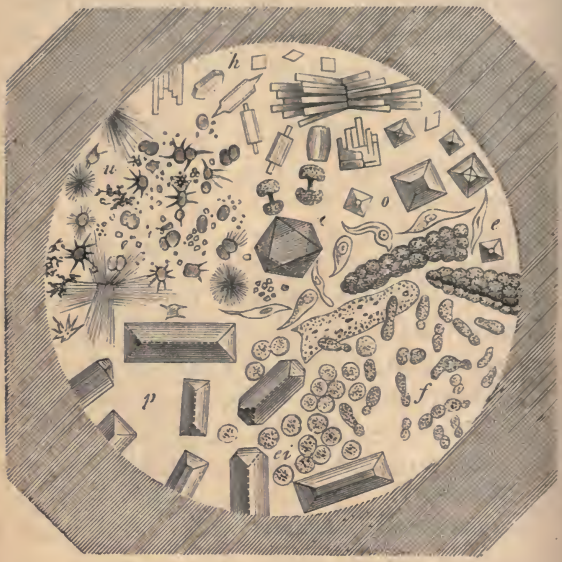


Fig. 309. — Sédiments urinaires (Gross. 2 à 300). — *h* Acide urique; *u* Urate acide de Soude et d'Ammoniaque; *o* Oxalate de Chaux; *p* Phosphate ammoniaco-magnésien; *e* Cellules épithéliales et Tubuli *f* Ferments; *ei* Globules de Pus.

mente singulièrement la vitesse apparente. Après la mort des spermatozoïdes, la queue s'enroule autour du corps ovale, en forme de spirale ou d'anneau.

Les zoospermes ne sont pas des animalcules comme leurs mouvements l'avaient fait croire tout d'abord : ce sont des éléments analogues aux cellules à cils vibratiles des épithéliums muqueux : ils proviennent d'ailleurs, comme celles-ci, de la segmentation des cellules qui tapissent les conduits séminifères. Les mouvements sont activés par l'addition d'une solution étendue d'alcali ou de sucre. Un repos de quelques instants redouble aussi cette activité.

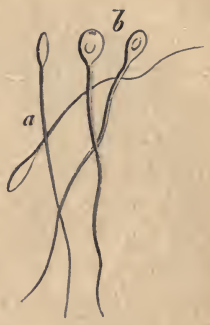


Fig. 310. — Spermatozoïdes. *a* Vu de Profil; *b* vus de Face. On aperçoit une petite Dépression sur le Corps de ces deux derniers. Gross. 1200.

Dans le sperme frais, on trouve aussi de petits corpuscules sphériques, incolores, à granulations fines, isolés les uns des autres (corpuscules spermatiques, sympexions de Ch. Robin).

Fig. 311 à 313. Cellules à Cils vibratiles de différentes Formes (grossies).

On recherche les spermatozoïdes dans les taches du linge, en séparant un morceau de l'étoffe suspecte, l'humectant de quelques gouttes d'eau dans un verre de montre,

et agitant doucement après une ou deux heures avec une baguette de verre. On porte une goutte du liquide sur une lame de verre en même temps qu'une goutte retirée par expression de l'étoffe. Quand les recherches portent sur des taches anciennes, on coupe un morceau du tissu maculé et on le divise avec des ciseaux en trois fragments. Le premier est humecté d'eau froide pendant une, deux ou trois heures, suivant que la tache est plus ou moins ancienne. On plonge le second dans une solution aqueuse étendue d'acide picrique. Le troisième enfin, après un séjour d'une demi-heure dans cette même solution, est lavé à l'eau pure froide. On sépare avec précaution quelques filaments de chacun de ces morceaux d'étoffe et on les examine à des grossissements variant entre 300, 500 et 800. L'acide picrique colore en jaune les spermatozoïdes et le liquide spermatique, mais non les fils de lin. Les spermatozoïdes ainsi rassemblés sur un point du tissu ont la plupart du temps perdu leur queue. Il faut alors nettement établir l'identité de ces spermatozoïdes sans queue. On pourrait les confondre avec les corpuscules des Cercomonades.

Fig. 314.
Sympexions (grossis).

Les *Cercomonades* (monades pourvues de queue), se trouvent dans les sécrétions animales. La Cerco-

monade intestinale de l'homme (*Cercomonas intestinalis*) est variable de forme et de dimensions. La

Fig. 315. — Résidu de Lavage d'une Tache trouvée sur la Chemise d'une Femme violée depuis un Jour (gross. de 400 environ). — *h* Poils du Pubis; *b* Globules sanguins; *s* Corpuscules muqueux; *e* Globules de Pus; *p* Cellules épithéliales; *l* Fil de Lin.

longueur du corps sans queue varie entre $0^{mm},005$ et $0^{mm},01$. Les mouvements de ces cellules sont très vifs, elles peuvent se recourber en arc de cercle. On les

trouve dans les déjections muqueuses et liquides du canal intestinal dans les cas de diarrhée, de choléra.

Le *Trichomonas vaginalis* est un élément très commun du mucus vaginal. Certains auteurs le considèrent comme une sorte de cellule à cil vibratile. La grosseur en est très variable; il est muni à son extrémité de un, deux ou trois prolongements mobiles flagelliformes. L'autre extrémité porte une expansion immobile. Dimensions du corps : 0mm,008 à 0mm,018.

Fig. 316.
Cercomonas intestinalis.
(Gross. 5 à 600.)

Parasites du Corps des Animaux. — Le *Demodex folliculorum*, parasite de la peau humaine, découvert en 1842 par Simon, est un animalcule placé tout à fait au bas de l'échelle organique. Si on passe un couteau mousse en os ou en bois sur la peau du front, du nez, de la poitrine, etc., on fait sortir le parasite des glandes sébacées où il se tient. On peut le rencontrer aussi

Fig. 317 et 318.
Trichomonas vaginalis.

dans le bulbe pileux entre le poil lui-même et la gaîne cutanée qui en enveloppe la racine. Quand on a ainsi recueilli quelques parasites, on les porte sur une lame de verre et on ajoute un peu d'eau. Les dimensions de cet acarien varient de 1/6 à 1/4 de millimètre; il ne présente ni poils ni piquants; il est simplement armé d'un suçoir muni de deux crochets. Le jeune de ces animaux a d'abord deux paires de pattes tronquées; à l'état adulte le *Demodex* en a quatre. Il vit et dépose ses œufs dans l'intérieur des glandes sébacées et des bulbes pileux, la tête dirigée en dedans, les parties inférieures en dehors.

Fig. 319.
Demodex folliculorum.
(Gross. 120.)

Ils peuvent souvent donner des indications sur l'état de nutrition de l'homme sur lequel ils vivent, ils sont en effet gros et épais chez les sujets bien portants, petits et minces chez les personnes maigres.

Leur présence n'offre du reste aucun inconvénient.

L'*Acarus de la Gale* (*Sarcoptes hominis*, *Sarcoptes scabiei*) est un acarien dont le corps large et

rond, hérissé de soies et de poils, mesure 1/3 à 1/2 de millimètre de long. C'est lui qui est la cause origi-

Fig. 320. — *Acarus de la Gale.* (Gross. 150.)

nelle de la gale; il ne faut pas le confondre avec le Demodex. L'acarus s'enfonce obliquement à une profondeur de 3 ou 4 millimètres au-dessous de la peau et dépose ses œufs au fond de la cavité ainsi

formée. A la suite de l'irritation consécutive à sa présence, l'entrée de cette cavité s'enflamme ; on observe alors des pustules et une inflammation cutanée ; de là les exanthèmes de la gale. La guérison ne peut s'opérer que par la destruction de ces parasites et de leurs œufs. On a beaucoup prôné dans ces derniers temps comme moyens curatifs le storax et le baume du Pérou[1].

Trichine. — La Trichine (*Trichina spiralis*) est un ver nématoïde pourvu d'un ganglion céphalique et d'un appareil digestif complet. Elle vit en parasite dans l'intérieur des viscères des animaux à sang chaud. Découverte, il y a environ trente ans, par le médecin anglais Hilton, elle n'a guère été étudiée que dans les quinze dernières années, depuis qu'on a reconnu le danger qu'offre la viande trichinée. Voici quelles sont les phases de l'évolution de la Trichine :

Les Trichines (Tr. musculaires) introduites dans le tube digestif s'y nourrissent, y demeurent et finissent par devenir propres à la génération ; l'accouplement a lieu alors entre le mâle et la femelle. Au bout de sept à dix jours, les femelles donnent naissance à de petites femelles vivantes (embryons).

[1] La gale n'est plus aujourd'hui considérée comme une maladie grave, grâce au traitement par le soufre, qui détruit radicalement et infailliblement le sarcopte et ses œufs.

Celles-ci gagnent bien vite les muscles, s'y développent, y restent enroulées en spirale pendant long-

Fig. 321. — Fibres musculaires où l'on aperçoit des Trichines en pleine Migration et une Trichine enkystée; *f* Gouttes de Graisse; *p* Corpuscules de Miescher.

temps et finissent par s'enkyster au sein même des fibres musculaires. Avec le temps, l'enveloppe du kyste blanchit; la Trichine demeure en place sans se multiplier, jusqu'à ce que le hasard l'amène dans

les voies digestives d'un autre animal, où elle passe à l'état de Trichine intestinale. Après avoir déposé un amas de 400 œufs environ, elle disparaît.

La Trichine intestinale femelle mesure de 1 à 3 millimètres de longueur, le mâle de 0mm,8 à 1mm,5, les embryons de 0mm,08 à 0mm,13, la Trichine musculaire de 0mm,7 à 1 millimètre.

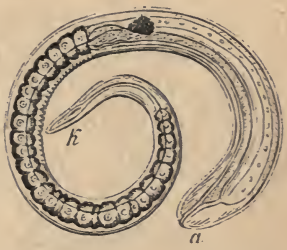


Fig. 322. — Trichine femelle.

La migration des larves de Trichine dans les muscles, qu'elle se fasse par la voie que suivent les globules rouges ou blancs du sang ou par perforation du tube digestif, est inévitable, à moins qu'un obstacle, un tendon par exemple, ne s'y oppose ; aussi est-ce autour des tendons qu'il faut rechercher les Trichines ; c'est autour d'eux que le parasite s'arrête et s'enkyste.

Fig. 323. — Crochet de la Partie postérieure du Corps de la Trichine mâle.

Les Trichines intestinales sont plus allongées, beaucoup plus minces; la tête se termine en pointe, tandis que l'autre extrémité se renfle et présente une terminaison arrondie. Les mâles

ont à la partie terminale deux prolongements, près de l'ouverture du cloaque. L'enveloppe externe du parasite est constituée par une membrane amorphe, fine, transparente (couche chitineuse), qui n'offre rien de particulier si ce n'est des stries très délicates; au-dessous de cette enveloppe se trouve la couche cellulaire de la peau constituée par de minces fibres. Enfin une couche de cellules rondes granuleuses forme la paroi de la cavité du corps. La peau est parcourue par une bande longitudinale de cellules qui s'étendent de la tête à la queue, et, passant du côté opposé, regagnent la tête. A la partie antérieure du corps est placée la bouche, qui va s'élargissant d'avant en arrière, et qui plus profondément présente de grandes cellules claires. Plus loin, on observe autour du canal intestinal une masse granuleuse de noyaux qui se prolongent sur le trajet de l'intestin. Enfin à la partie postérieure du corps se trouve l'anus. Comme l'épaisseur de l'intestin augmente toujours, les cellules intestinales grossissent aussi; elles sont plus grosses au voisinage de la peau. A la partie postérieure du corps se trouvent les organes génitaux. Chez la femelle, le conduit génital se prolonge jus-

Fig. 324. — Trichine enkystée.

qu'au premier tiers de la longueur totale du corps, et là, à la partie antérieure et par côté, se trouve l'issue.

Fig. 325. — Fibres musculaires avec des Kystes récents et anciens.

Le kyste de la Trichine musculaire est ovale, la trichine y est enroulée en spirale dans le sens de la longueur. Sous le microscope, le kyste qui n'a pas

encore blanchi est transparent et laisse apercevoir le parasite. Les deux extrémités de l'ovale sont mousses et occupées par une masse granuleuse sombre, qui donne à l'ensemble du kyste l'aspect d'un œil humain. Quand le phosphate de chaux augmente dans l'intérieur du kyste, ce dernier prend une teinte sombre et perd sa transparence. On trouve souvent autour du kyste des cellules adipeuses. Si l'on vient à placer un morceau de viande contenant des kystes opaques dans de l'acide acétique ou chlorhydrique modérément étendu, l'enveloppe calcaire se dissout et le kyste redevient hyalin.

La Trichine pourrait être reconnue à l'œil nu, si elle n'était pas trop transparente. Les capsules incrustées peuvent être aperçues à l'œil nu, à la simple lumière incidente, à cause de leur opacité.

Parmi les muscles que la Trichine recherche de préférence, il faut mentionner le diaphragme, les muscles de l'œil, de la nuque, de l'abdomen, de la région fessière. On peut regarder comme suffisants des essais microscopiques qui ne porteraient que sur les parties énumérées plus haut, et particulièrement sur les portions de muscles voisines des tendons.

Pour chaque essai, on prend deux ou trois tranches minces, coupées dans le sens des fibres et dissociées à l'aide d'aiguilles. On les place à une certaine dis-

tance l'une de l'autre sur un porte-objet épais et incolore, et on ajoute une goutte d'eau. Sur la préparation étalée avec soin, on dispose une autre porte-objet plus mince et on presse les deux lames l'une contre l'autre, de façon à réduire les tranches de viande en couches minces et transparentes. Pour éviter la fatigue qui résulte de la pression des doigts sur les deux lames, on peut se servir du compresseur de Hager.

L'examen doit être fait à un grossissement de 30, tout au plus de 60 diamètres. Les Trichines libres ou celles qui se trouvent dans les kystes encore transparents se montrent les unes dans la viande même, les autres dans le liquide qui baigne la préparation. Si l'on a affaire à des kystes durcis et opaques, on ajoute une goutte d'acide acétique et on replace de nouveau sous le microscope après une pression de quelques minutes. Si l'on trouve un ver suspect, on augmente le pouvoir grossissant jusqu'à 100 ou 200 diamètres, pour mieux examiner la structure de l'objet vermiforme. La confusion peut avoir lieu avec des fibres musculaires contournées en spirale, avec des corpuscules de Miescher, ou des fibres textiles.

Corpuscules de Miescher ou de Rainey (*Synchytrium Miescherianum*). — Ce sont des éléments très communs dans les interstices des fibres mus-

culaires, et dans quelques autres régions du corps des animaux. Ils forment de vastes amas, analogues

Fig. 326. — Corpuscules de Miescher; en haut et à droite on aperçoit le Contenu granuleux répandu dans l'Interstice des Fibres musculaires. Gross. 30.

aux kystes de trichine, n'ayant toutefois qu'une ressemblance fort éloignée avec les contours de ces kystes ou grains de ladrerie. Ces éléments

appartiennent au règne végétal. Le professeur Kühne se croit autorisé à les ranger parmi les *Myxomy-*

Fig. 327. — Contenu d'un Corpuscule de Miescher rompu par Compression. (Très grossi.)

cetes : leurs dimensions sont variables, leur coloration blanchâtre peut très bien les faire distinguer à l'œil nu. La viande apparaît alors percée de nom-

breux trous et recouverte de stries grises et de couleur douteuse. Le plus souvent ces corpuscules sont formés d'une masse ovoïde ou sphérique, limitée par une membrane amorphe, pleine de granulations. Au microscope, ces grains ont une coloration plus foncée que les fibres de la viande. Quand la forme des corpuscules est elliptique, on peut les confondre avec les kystes de trichine. Une pression exercée sur le couvre-objet, rompt ces vésicules et en chasse les granulations qui se répandent sur toutes les préparations.

Miescher découvrit ces éléments en 1843 dans la chair des souris. Quelques savants leur donnent le nom de *vésicules psorospermiques*, du nom de *psorospermes* donné aux granulations qui s'y trouvent. Ces granulations, sorties de la vésicule et soumises à un fort grossissement, prennent les formes que représentent les figures ci-contre. L'usage de la viande infestée de ces corpuscules n'a produit jusqu'ici aucun effet nuisible; le goût même de la viande, n'offre rien de particulier.

Kystes hydatiques, Cysticerques, Tænia. — Les cysticerques se fixent dans l'interstice des fibres musculaires, et forment des kystes hydatiques blanchâtres, translucides, plus ou moins cylindriques; leur grosseur ne variant qu'entre celle du grain de moutarde et celle du pois, ils sont visibles à l'œil nu.

Les cysticerques sont enveloppés d'une capsule membraneuse blanche qui se confond avec les tissus voisins. On en trouve dans la chair du porc, très souvent aussi dans celle du bœuf, de l'homme et de plusieurs autres animaux. Si l'on extrait le cysticerque de la vésicule qui l'enveloppe, et si on le porte dans l'eau chaude, la tête et le cou sortent peu à peu de la partie globuleuse du corps. Au microscope, même à un faible grossissement, on aperçoit sur la tête quatre saillies, déprimées en leur milieu, ce sont des suçoirs; au-dessus et entre ces suçoirs se trouve une couronne de crochets de deux formes et de deux grosseurs différentes. Si le cysticerque atteint l'estomac de l'homme, ce qui arrive quand on fait usage de viande de porc et de bœuf ou de saucisson cru

Fig. 328 à 330.
Kystes hydatiques. La Tête à l'Intérieur. La Tête en dehors. Tête du Cysticerque.

Fig. 331.
Couronne de Crochets du Tænia ordinaire. (Gross. 50.)

ou de viande mal cuite, il se développe, et devient tænia. La tête se fixe sur les parois du tube intestinal, la vésicule du cysticerque tombe, et on voit alors apparaître des anneaux aplatis en forme de ruban, appelés *proglottis*, dont le nombre dépasse plusieurs centaines, ce qui donne au tænia une longueur totale de 3 mètres, quelquefois même davantage. La tête du tænia ordinaire (*Tænia solium*) a environ 1 millimètre de large : le cou qui lui fait suite a de 10 à 15 millimètres de long; les anneaux qui viennent après ont de 1 à 13 millimètres de long, et sont d'autant plus petits qu'ils sont plus près de la tête. La largeur suit la même progression, de 1 à 6 millimètres. Il y a dans chacun des anneaux de cette chaîne des organes génitaux : ce sont les derniers anneaux qui sont chargés de l'élaboration des œufs. Les anneaux atteignent à la longue un certain degré de maturité ; ils sont alors pleins d'œufs et se détachent spontanément pour être expulsés au dehors, avec le contenu du tube digestif. Les œufs sortent des anneaux par une ouverture spéciale placée sur le bord. L'œuf de tænia

Fig. 332.
Cysticerque du *Tænia mediocanellata* trouvé dans la Viande de Bœuf. Ce Cysticerque a de 3 à 5 Millimètres de long.

a de 0mm,02 à 0mm,03 de diamètre. Le microscope nous le montre sous forme d'un corps brunâtre, sphérique ou ovale. Parvenu dans l'estomac et les voies digestives de l'homme, du cochon ou de tout

Fig. 333 à 335. — *Tænia solium.* — *k* Tête vue de Côté (fortement grossie); *g* Proglottis avec l'Utérus et l'Ouverture des Organes sexuels (grossi); *e* Oeuf de *Tænia solium* avec sa Membrane enveloppante; on aperçoit à l'Intérieur une Masse gélatineuse et un Noyau.

autre animal, cet œuf évolue rapidement. L'embryon échappe de son enveloppe sous forme d'une vésicule hyaline, sur laquelle ne tardent pas à apparaître 4 à 6 crochets disposés par paires; il est alors prêt à entreprendre ses migrations et à constituer, en se fixant sur un point donné, un cysticerque. C'est

chez le porc que le cysticerque trouve le terrain le plus favorable à son développement. Quelques auteurs désignent le tænia solium sous le nom de *Tænia cucurbitain*. Chez les autres Tæniadés, on retrouve des modes de génération et de développement analogues. Pour rechercher le ver solitaire et particulièrement la tête de ce parasite, pour se renseigner sur la teneur de la viande en cysticerques, une simple loupe suffit. Pour reconnaître la présence des œufs, un grossissement de 50 diamètres est nécessaire.

Fig. 336.
Cysticerques dans la Viande de Porc, vus à la Loupe.

Un entozoaire très commun chez les poissons, c'est le Bothriocéphale large (*Bothriocephalus latus*) que l'on rencontre aussi très fréquemment chez l'homme dans certaines contrées, telles que les cantons occidentaux de la Suisse, les départements français limitrophes, la Russie, la Suède, la Pologne : il est plus rare en Allemagne. Il atteint 5 et 8 mètres et possède jusqu'à 3 et 4000 anneaux courts et larges. La longueur des anneaux ne va pas au delà de 3 à 5 millimètres. La largeur ne dépasse pas 12. Le corps est rubané, la tête, qui a 1 millimètre de largeur en-

viron, se termine en massue mince et large. Sur les bords sont implantés des suçoirs en forme de fente.

Une autre espèce de Bothriocéphale, le *Both. cordatus* n'est pas moins commun chez l'homme et

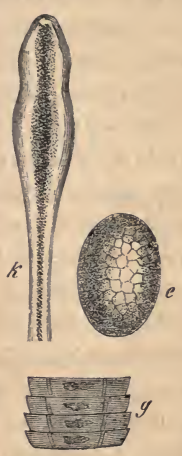


Fig. 337 à 339.
Bothriocephalus latus. — *k* Tête; *g* Proglottis (Grandeur naturelle); *e* un Oeuf fortement grossi.

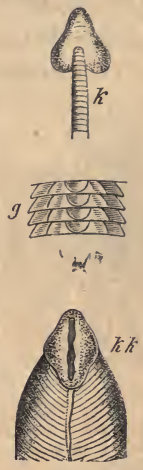


Fig. 340 à 342.
Bothriocephalus cordatus. — *k* Tête vue de Face; *kk* Tête vue de Profil; *g* Proglottis (grossi 3 fois).

chez le chien dans le nord du Grœnland. On le trouve rarement sous une latitude plus basse. Ce Bothriocéphale se distingue surtout des précédents par la forme de la tête et de la partie antérieure du corps. La tête est courte, large, elle a la forme d'un cœur, et

est munie de ventouses plates. A la tête sont attachés les cucurbitains qui constituent le corps de l'animal.

Rotifères. — Les *rotifères* (*Rotatoria*, *Rotifera*) sont des infusoires microscopiques d'une organisation assez élevée, car plusieurs espèces présentent un appareil digestif, des organes sexuels hermaphrodites et des yeux. Leur queue se termine par deux ou trois prolongements; ils doivent leur nom à des organes spéciaux placés en avant du corps; ces organes en forme de roue, présentent des dentelures, ou sont munis de cils vibratiles, lesquels sont animés d'un mouvement continu, destiné à faire tournoyer les substances dont ils se nourrissent; de cette façon, l'organe lui-même a la forme d'une roue qui tourne. A l'aide de ces organes, ces animalcules introduisent dans leur tube intestinal des particules nutritives : d'un autre côté, les cils vibratiles servent en même temps d'appareils de locomotion, et impriment à ces infusoires aquatiques un rapide mouvement. Les rotifères se multiplient par des œufs.

Fig. 343.
Lepadella ovalis
(grossie).

Un infusoire très commun dans l'eau corrompue,

est la *Lepadella ovalis* que l'on voit fortement grossie, sur la figure ci-dessus.

Le Phylloxera de la Vigne. — Le *Phylloxera vastatrix*, insecte qui menace de détruire tous nos vignobles, a été importé en Europe sur des racines de plants américains. Il a été trouvé, reconnu et décrit pour la première fois en 1868 dans la vallée inférieure du Rhône par le naturaliste Planchon. Ce parasite a totalement détruit plus du tiers des vignobles français. Il a fait également son apparition sur un grand nombre de points à la fois en Allemagne, en Autriche, en Angleterre, en Portugal, en Italie, partout introduit en général par des vignes américaines[1]. La vigueur et la résistance de ces plants expliquent les faibles ravages exercés par le Phylloxera dans les vignes de l'Amérique.

Fig. 344 à 347. — Phylloxera aptère adulte (face ventrale) avec des Oeufs et un jeune âgé de 3 jours vu de dos (gross. 25).

Le Phylloxera appartient à la classe des insectes et à l'ordre des hémiptères homoptères; il a beaucoup d'affinité avec les aphidiens, mais ne met pas au monde les jeunes vivants comme ces derniers. Il

[1] Ou par des vignes d'Europe infectées.

dépose des œufs. Si l'on en croit les dernières recherches auxquelles il a donné lieu, il se présenterait à l'observateur sous plusieurs formes.

1° Comme insecte aptère, souterrain, attaquant en été les racines de la vigne. Avant d'avoir atteint cette phase de leur développement, les jeunes passent l'hiver dans les fentes, dans les rugosités des racines profondes, racines de la grosseur du doigt. Lorsqu'on enlève un fragment d'écorce, ils apparaissent sous forme de simples points jaunes, bruns ou olivâtres. En été, on les retrouve sous cette forme sur l'écorce des racines, en telle quantité que la racine semble recouverte d'une couche de poussière jaune.

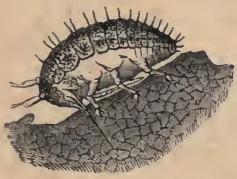


Fig. 348. — Jeune Phylloxera avec sa Trompe enfoncée dans le Tissu cellulaire d'une Radicelle.

Au printemps, les Phylloxera changent leur peau brune pour une peau moins foncée, et gagnent alors les radicelles plus petites, où ils se fixent. Ils plongent leur trompe à trois soies dans le tissu cellulaire de la racine, sucent la sève et atteignent là leur plus grande dimension. Le puceron des racines adultes offre une couleur brun jaunâtre, il a $0^{mm},75$ de long; on peut donc le distinguer très bien à l'aide d'une bonne loupe. Pendant la succion,

on voit sortir de la gaîne qui renferme la trompe, trois dards minces et longs ; celui du milieu est le plus gros. L'insecte enfonce ces trois soies dans le tissu cellulaire de la racine, pour y puiser la sève. Tous ces pucerons sont femelles, et se reproduisent par parthénogénèse, c'est-à-dire qu'ils sont fécondés sans le concours d'aucun mâle. Ils pondent au lieu même où ils sont fixés 30 ou 40 œufs, de $0^{mm},24$, qui sont d'abord jaunes et deviennent bruns plus tard. Au bout de huit jours, les jeunes, de couleur jaunâtre, sortent de l'œuf et se mettent à marcher vivement jusqu'à ce qu'ils aient trouvé un endroit où enfoncer leur trompe. Quand ils ont vingt jours, ces jeunes pondent à leur tour. Cette multiplication se continue ainsi sans interruption pendant tout l'été.

Fig. 349. — Renflements des Radicelles à la Suite des Piqûres du Phylloxera (Grandeur naturelle).

D'après une nouvelle observation faite à Montpellier par M. Balbiani, il paraîtrait en octobre un puceron souterrain, possédant des suçoirs avortés. Ce puceron pondrait un seul œuf, appelé *œuf d'hiver*.

Balbiani pense que c'est là une femelle, fécondée par un mâle qui n'a point encore été découvert.

2° L'insecte ailé. Le Dr Wittmack dit dans son *Traité sur le phylloxera* : « Quand les individus ap-« tères, qui sont jusqu'ici restés sous terre presque « constamment, se sont multipliés au printemps « et ont attaqué bon nom-« bre de racines, on voit « apparaître à la fin de « l'été (dès le mois de juin et « jusqu'en août en France, « en septembre et octobre « à Closterneubourg), on « voit apparaître, dis-je, « des individus pourvus de « fourreaux d'ailes, aux-« quels on a donné le nom « de *Nymphes*. Ces nym-« phes sont plus allongées « que les autres insectes « (0mm,8 à 0mm,9), leur tête est plus petite, la partie « thoracique plus nettement délimitée, le troisième « et dernier anneau des antennes est plus long. Les « nymphes se tiennent de préférence sur les racines « supérieures, quelquefois même sur le sol ou sous « l'écorce du cep. Avant leur métamorphose, elles « changent de peau encore une fois et se transfor-

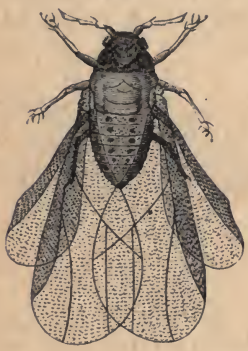


Fig. 350. — Phylloxera ailé. Gross. 20 Diamètres.

« ment en insectes ailés, pourvus de quatre longues « ailes transparentes, striées, minces, un peu plus « sombres sur les bords. Au repos, l'insecte ne « porte pas ses ailes verticales, comme les pucerons « ailés, mais horizontales, ce qui le fait ressembler, « qu'on me passe l'expression, à un moucheron « élégant malgré son corps un peu épais.»

Ces Phylloxeras ailés s'élèvent toujours avant le coucher du soleil, voltigent autour de la cime des vignes. Ce sont des femelles qui déposent de 3 à 5 œufs de forme différente, sur les plus jeunes pousses de vigne, ou dans le duvet des bourgeons. Les plus gros d'entre ces œufs mesurent 0mm,4, les plus petits 0mm,26 de long [1].

[1] Pour compléter l'histoire du cycle d'évolution du phylloxera, il faut ajouter que des œufs pondus par les ailés sortent des insectes sans suçoir ni tube digestif, qui sont les uns mâles, les autres femelles. La femelle fécondée pond sur le bois de deux ans de la vigne ce que M. Balbiani a appelé l'œuf d'hiver, d'où sortira au printemps suivant le phylloxera gallicole, c'est-à-dire celui qui, par sa piqûre, détermine sur les jeunes feuilles des galles phylloxériques. Consulter à cet égard le travail de M. Jules Lichtenstein, intitulé: *Histoire du Phylloxera*, (1878), et dans lequel sont ingénieusement représentées, sous forme de tableau, les phases d'évolution souterraine ou aérienne de l'insecte.

FIN

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES MATIÈRES ET DES FIGURES

Fig.		Pag.
14	Aberration de réfrangibilité	18
13	Aberration de sphéricité	16
141	*Acarus farinæ*. . . .	128
320	Acarus de la Gale . .	235
	Acarus plumiger . . .	128
	Accessoires du microscope	75
	Accomodation (puissance d').	7
	Achat d'un microscope.	59
287	*Achnantes exilis* . . .	218
274	*Achorion Schœnleinii* .	213
15	Achromatiques (lentilles)	18
62	Aiguilles.	77
58	et 59 Air (bulles d'). .	69
157	à 161 Alpaga	137
170	Alpaga	142
241	Amandes (café d') . .	192
236	Amandes (pâte d') . .	190
284	*Anabæna Circinalis* . .	217
	Anacystis.	218
43	Analyseur	52
13	Angle d'ouverture . .	16
9	Angle visuel	6
	Animaux (poils des). .	153
220	Anis étoilé	178
	Anthracnose.	131
275	Aphtes (champignon des)	214
	Aplanatiques (lentilles).	19
48	et 49 Appareil saccharimétrique	56
131	Arrow-Root des Bermudes.	122
133	Arrow-Root de Bombay	124
132	Arrow-Root du Brésil .	123
134	Arrow-Root de Tahiti .	124
96	et 97 Avoine (Grains de fécule d').	106
7	Axe optique	5
112	Bananier (fécule de) .	112
	Beale (liquide de) . .	85
280	et 281 *Beggiatoa* . . .	216
294	Beurre	224
	Binoculaire (microscope)	50
189	Bison (poils du) . . .	154
337	à 342 Bothriocéphale .	250
337	*Bothriocephalus latus* .	250
340	*Bothriocephalus cordatus*	251
172	Brebis (laine de). . .	142
	Brownien (mouvement).	71
58	et 59 Bulles d'air . . .	69
233	à 235 Cacao	183
238	à 240 Café	189
300	Cancéreuses (cellules) .	227
130	Canna (fécule de). . .	122
205	à 208, 210 Cannelle . .	167
126	à 129 Carie.	120
	Caséine	98
180	et 181 Castor (poils du)	150
66	à 71 Cellule	95
264	Cellules épithéliales. .	209
	Centrage	23
316	Cercomonades	232

Fig.		Pag.
316	*Cercomonas intestinalis*	233
35 et 36	Chambre claire	43
37	Chambre claire de Nachet	43
	Chambre claire de Nobert	43
	Chambre claire d'Oberhäuser	43
283	*Chamæsiphon incrustans*	217
16	Champ (verre de)	20
143	Champignon de la pomme de terre	129
144	Champignon de la vigne	131
166	Chanvre	142
153	Chanvre	135
122 à 125	Charbon	119
188	Chat (poils du)	154
203	Chêne (grains de fécule du gland de)	166
173 à 175	Cheveux de l'homme	144
243 à 245	Chicorée	193
240	Chicorée (café de)	192
182	Chien des Prairies (poils du)	151
206 et 207	Chine (cannelle de)	168
	Chocolat	183
	Chocolat (poudre de)	189
	Cils	145
311	Cils vibratiles (cellules à)	231
63	Ciseaux courbes	78
118 à 120	*Claviceps purpurea*	116
251 et 252	Coca	199
291	Colostrum	222
230	Colza (poudre de)	185
	Compresseurs	40
32 et 33	Compresseur de Hager	41
31	Compresseurs de Schick	40
42	Compresseur (microscope)	50
25 et 26	Condenseur	32
	Conservateurs (liquides)	82
	Conservation des préparations	82
168	Coton	142
149 à 151	Coton (fils de)	134
	Coupes microscopiques	77
60	Couteau double	76
29 et 30	Couvre-objet	37
290	Crème	221
263	Cristaux de Teischmann	206
221 et 222	Curcuma	176
330 à 332, 336	Cysticerques	246
	Dane (liquide de)	85
	Définissant (pouvoir)	61
319	*Demodex folliculorum*	234
	Dextrogyres (substances)	55
21	Diaphragme	30
22 à 26	Diaphragme cylindrique	30
287	Diatomées	218
287	*Diatomella*	218
	Eclairage	29
	Eclairage central	33
19	Eclairage (lentille d')	29
	Eclairage marginal	33
171	Electorale (laine)	142
	Epices	155
264	Epithéliales (cellules)	209
113 à 121	Ergot	113
	Ergotisme	114
	Farine	99
141	Farine (sarcopte de la)	128
	Farrants (liquide de)	85
176	Favoris	146
274	Favus	213
	Fécules	99
96 et 97	Fécule d'avoine	108
112	Fécule de bananier	112
130	Fécule de canna	122
104 et 105	Fécule de fève	110
90	Fécule de froment	103
213 à 218	Fécule du gingembre	176
246	Fécule de glands	196
203	Fécule du gland de chêne	166
107	Fécule de légumineuses	110
107	Fécule de lentilles	110
100	Fécule de maïs	108
131	Fécule de maranta	122
93	Fécule d'orge	105
87	Fécule de patate	101
106	Fécule de pois	110
193	Fécule de poivre	158
85 et 86	Fécule de pomme de terre	100
102	Fécule de riz	108
98	Fécule de sarrasin	107
88 et 89	Fécule de seigle	103
104 et 105	Fève (fécule de)	110
270 à 273	Ferments	211
247	Figues (café de)	196
153	Fils de chanvre	135

Fig.		Pag.
149 et 150,	155 Fils de coton	134
145 à 148	Fils de lin	133
152	Fils de Ramie	135
7 et 8	Focale (distance)	5
7 et 8	Foyer	5
91	Froment (coupe transversale du)	103
92	Froment (éléments de la farine du)	105
90	Froment (grains de fécule de)	103
142	Froment (vibrion du)	128
320	Gale (acarus de la)	235
211 à 213	Gingembre	173
199 à 204	Girofle	164
246	Glands (fécule de)	196
	Globuline	98
111	Gluten (grains de)	112
	Glycérine	68
	Goadby (liquide de)	85
287	*Gomphonema*	218
	Grammatophora subtilissima	64
	Grossissement	27
	Grossissement linéaire	27
	Grossissement en surface	27
237	Guarana	191
32 et 33	Hager (Compresseur de)	41
186	Hamster (poils de)	153
109	Haricot (coupe transversale)	111
	Harting (proposition d')	35
262	Hématine	205
262	Hématocristalline	205
263	Hémine (cristaux d')	206
	Hémoglobine	205
	Hile	101
50 à 52	*Hipparchia Janira* écailles de l')	63
302	Hippurique (acide)	227
	Immersion (procédé à)	38
	Immersion (objectif à)	39
	Iode (solution d')	85
	Kellner (oculaire orthoscopique)	25
328	Kystes hydatiques	246
336	Ladrerie (grains de)	250
154 à 156	Laine	136
288, 292 et 293	Lait	220
	Lama	137
187	Lapin (poils du)	153
108	Légumineuses (parenchyme des)	110
1 à 3	Lentille convergente	4
19	Lentille d'éclairage	29
15	Lentille double	19
4 à 6	Lentille divergente	4
107	Lentilles (fécule de)	110
	Lentilles (système de)	20
343	*Lepadella ovalis*	253
277	*Leptothrix buccalis*	215
257	Leucocytes	200
	Lévogyres (substances	55
	Lieberkühn (miroir de)	68
164	Lièvre (poils du)	138
165	Lin	142
145 à 148	Lin (fils de)	133
231 et 232	Lin (graine de)	186
	Liquides conservateurs	82
10	Loupe	9
184	Loutre de Virginie (poils)	152
44 à 47	Lumière polarisée (effet de la)	54
267 à 269	Lymphe (cellules de la)	210
219	Macis	176
100	Maïs (fécule de)	108
101	Maïs (grain de)	108
205 à 208	Malabar (cannelle du)	171
	Malassez (appareil de)	34
131	Maranta (fécule de)	122
185	Martre (poils de)	152
249 et 250	Maté	198
	Mélanine	99
	Membrane limitante	141
273	*Merismopedia punctata*	213
	Merismopedia renis	213
	Merismopedia urinæ	213
	Merismopedia ventriculi	212
285 et 286	*Microcystis violacea*	217
	Micromètre	34
	Micromètre objectif	35
27	Micromètre oculaire	34
	Micromètre quadrillé	34
	Micrométrique (vis)	15
	Microscope (accessoires du)	75
	Microscope (achat d'un)	59

Fig.		Pag.
	Microscope (applications du).	95
	Microscope binoculaire.	50
	Microscope catoptrique.	11
11 et 12, 38 et 39	Microscope composé . .	11, 45
	Microscope composé dioptrique	1
42	Microscope compresseur	50
	Microscope (description du)	10
	Microscope (essai d'un).	59
	Microscope à pied cylindrique.	48
40 et 41	Microscope de poche	49
	Microscope polarisateur	52
	Microscope simple . .	10
	Microscope stéréoscopique	50
	Microscope (technique du)	59
	Microscope (usage du).	64
	Microtome	77
321, 326, 327	Miescher (corpuscules de).	243
20	Miroir	29
	Miroir de Lieberkühn .	68
	Mise au point (mécanisme de la) . . .	14
233	Mitscherlich (corpuscules de) . . .	185, 188
162	Mohair (laine de). . .	137
	Mouches volantes . .	72
	Moustache	146
224 et 225	Moutarde blanche	179
224 à 229	Moutarde noire .	179
	Mouvement brownien .	71
	Mucine	98
266	Mucus	209
275 et 276	Muguet.	214
296	Muqueuse vésicale (cellules de la)	225
219	Muscade (noix) . . .	174
	Navicula hippocampos angulata	63
	Naviculacées	219
	Nez (poils du). . . .	147
43	Nicol (prisme de). . .	53
219	Noix muscade	174
	Noyaux	97
17	Objectif.	22
	Objectif à immersion .	39
27	Objectif (à micromètre)	35
	Objets microscopiques .	95
18	Oculaire.	24
	Oculaire (micromètre) .	34
	Oculaire orthoscopique (de Kellner). . . .	25
	Oculaire de Ramsden .	25
275 et 276	*Oïdium albicans* .	214
144	*Oïdium Tuckeri* . . .	131
	Optique (puissance). .	61
	Oreille (poils de l'). .	147
242	Orge (café d'). . . .	195
95	Orge (coupe transversale du grain d'). . . .	105
95	Orge (éléments organiques de la farine d').	106
93	Orge (grains de fécule d')	105
282	Oscillaires	215
	Oscillaria viridis . . .	216
307	Oxalate de chaux . .	229
110	*Pachyrhyzus angulatus* (fécule du)	112
	Pacini (liquide de) . .	85
87	Patate (fécule de) . .	101
	Pedesis	71
	Pénétrant (pouvoir). .	61
143	*Peronospora infestans* .	129
143	*Peronospora vastatrix* .	129
	Peronospera viticola . .	131
	Phoma uvicola	131
	Phoma vitis.	131
306 à 309	Phosphate ammoniaco-magnésien .	229
344 à 350	*Phylloxera vastatrix*	253
	Pileux (bulbe). . . .	140
198	Piment	161
53 à 55	*Pleurosigma angulatum*.	63
179	Plique polonaise. . .	151
	Poils.	153
	Poils des animaux . .	153
180 et 181	Poils du castor.	150
188	Poils du chat	154
182	Poils du chien des prairies.	151
176	Poils des favoris. . .	146
186	Poils du hamster . .	153
187	Poils du lapin. . . .	153
164	Poils du lièvre . . .	138

Fig.		Pag.
184	Poils de la loutre de Virginie	152
185	Poils de la martre	152
	Poils de la moustache	146
	Poils du nez	147
	Poils des oreilles	147
	Poils du pubis	148
190	Poils du renard	155
	Poils des sourcils	145
183	Poils de la zibeline	151
106	Pois (fécule de)	110
	Pois chiches (café de)	192
195	Poivre anglais	160
196	Poivre blanc	160
197	Poivre d'Espagne	162
198	Poivre girofié	
198	Poivre de la Jamaïque	161
191 à 194	Poivre noir	157
	Polarisateur (microscope)	52
143	Pomme de terre (champignon de la)	129
85 et 86	Pomme de terre (fécule de la)	100
28	Porte-objet	36
65	Porte-lame	88
	Pouvoir définissant	61
	Pouvoir pénétrant	61
	Pouvoir résolvant	61
	Prisme de Nicol	53
249 et 341	Proglottis	248
71 et 75	Protoplasma	97
	Psorosperme	246
	Psorospermiques (vésicules)	246
177 et 178	Pubis (poils du)	148
136 à 140	*Puccinia graminis*	126
	Puissance optique	61
265 et 266	Pus	209
295	Pus (globules du)	225
321, 326, 327	Rainey (corpuscules de)	243
167	Ramie	142
	Ramsden (oculaire de)	25
64	Réactifs	79
190	Renard (poils du)	155
	Résolvant (pouvoir)	61
103	Riz (coupe transversale du grain de)	109
102	Riz (fécule de)	108
	Rotifères	252
136 à 140	Rouille	126
	Sac primordial	97
48 et 49	Saccharimétrique (appareil)	56
135	Sagou	125
	Sang	197
	Sang (dichroïsme du)	205
253 à 361	Sang (globule du)	198
223	Santal rouge (bois de)	178
272 et 273	Sarcines	212
320	*Sarcoptes hominis*	235
320	*Sarcoptes scabiei*	235
141	Sarcopte de la farine	128
99	Sarrasin (éléments organiques de la fécule de)	107
98	Sarrasin (fécule de)	107
61	Scalpel	76
31	Schick (compresseur de)	40
89	Seigle (farine de)	102
88	Seigle (grains de fécule de)	101
154 à 156	Soie	136
	Sourcils (poils des)	145
310 à 315	Spermatozoïdes	229
	Spirillum volutans	216
	Spumescence	204
56 et 57	*Surirella Gemma*	63
314	Sympexions	231
	Synédrées	219
321, 326, 327	*Synchitrium Miescherianum*	243
	Syntonine	98
332 à 335	*Tænia solium*	246
132	Tapioca	123
	Technique du microscope	59
274	Teigne	213
263	Teischmann (cristaux de)	206
50 à 56	Test-objets	62
248	Thé	197
	Théorie du microscope	1
113 à 121	*Tilletia caries*	113
	Tissus	133
321 à 325	*Trichina spiralis*	237
321 à 325	Trichine	237
317 et 318	*Trichomonas vaginalis*	234
179	*Tricoaphyton plicæ polonicæ*	152
270	Tuberculeux (poumons)	211
299	Tubuli	226
305	Urate acide d'ammoniaque	228
304	Urate acide de soude	228

Fig.		Pag.
309	Urinaires (sédiments)	230
	Urine	225
	Urinifères (tubes)	225
303	Urique (acide)	227
289	Vache (lait de)	220
34	Valets	42
209	Vanille	172
	Vernis	89
16	Verre de champ	20
	Vésicules psorospermiques	246
311	Vibratiles (cellules à cils)	231
278	*Vibrio lineola*	215
142	*Vibrio tritici*	128
142 à 278	Vibrion	214
142	Vibrion du froment	128
	Vibrisses	147
44	Vigne (champignon de la	131
163	Vigogne	138
	Vis micrométrique	15
	Vision distincte (distance de la)	8
9	Visuel (angle)	6
183	Zibeline (poils de la)	151
310 à 315	Zoospermes	229

FIN DE LA TABLE

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
578H12MFP C001
LE MICROSCOPE, THEORIE-APPLICATIONS$4TH
3 0112 072404863